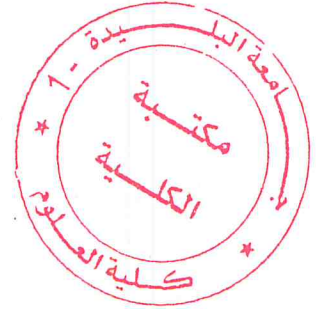


MA-004-238-1

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ SAAD-DAHLEB-BLIDA

MÈMOIRE DE MASTER

DISCIPLINE : Informatique
OPTION : Génie Logiciel

Thème

Conception et Implémentation d'une Plateforme d'Expérimentation
pour Évaluer la Qualité d'Expérience des Utilisateurs des Services de
Streaming vidéo

Réalisé par :

Youssari Hani
Zahraoui Nassim

Encadré par :
M^{me} Aroussi Sana

Promotion : 2013-2014

MA-004-238-1

Mme : ARKAM

Mme : ZAHRA

Mme : MELZI

REMERCIEMENTS

Au terme de la rédaction de ce mémoire, Nous remercions Dieu tout Puissant de nous avoir permis de mener à terme ce projet.

Nous tenons à remercier notre encadreur Mme : AROUSSI SANA pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux personnes qui nous ont apportés leur aide et qui ont ainsi contribués à l'élaboration de ce mémoire, tout spécialement à nos familles, qui ont sus nous supporter et encourager tout au long de notre vie, ainsi que pour leur aide inestimable, leur patience et leur soutien indéfectible.

Résumé

Au cours de ces dernières années, l'explosion d'Internet a donné naissance à de nombreux services de streaming vidéo comme la télévision par internet, la vidéo à la demande ou la vidéoconférence. L'acceptabilité et le succès de ces nouveaux services sont conditionnés par le degré de satisfaction de leurs utilisateurs finaux qui est déterminé par la Qualité d'Expérience (Quality of Experience, QoE). Les fournisseurs de ces services vidéo sont appelés à fournir une bonne QoE s'ils veulent rester en course. Pour savoir quels ajustements devraient être apportés et quand les appliquer, il est ainsi nécessaire d'évaluer la QoE. Or, cette QoE peut être affectée par plusieurs facteurs de natures différentes, à savoir : les caractéristiques du contenu source, les paramètres du codec (compression/décompression), les paramètres de la qualité du service du réseau (bande passante, taux de perte, délai, gigue...), le type du terminal (smartphone, ordinateur portable, tablette, PDA et TV), le profil de l'utilisateur (âge, sexe, compétence visuelle, expérience avec le multimédia ...) et d'autres.

Dans la littérature, plusieurs travaux de recherche ont été menés afin d'étudier l'impact d'un ou de plusieurs de ces facteurs sur la QoE. Pour ce faire, il a été toujours nécessaire de réaliser des expériences dans un environnement contrôlé pour construire une base (ou un échantillon) de données contenant les facteurs influant la QoE ainsi que l'évaluation de la qualité par des sujets humains. Notre travail consiste à concevoir une plateforme générique, en environnement contrôlé et réel, permettant aux chercheurs de mener des expériences pour évaluer la QoE à travers de plusieurs facteurs, de générer une base de données avec les résultats récoltés et enfin d'analyser les modèles de prédiction de QoE.

Mots – clés : Streaming vidéo, Qualité d'Expérience (QoE), Plateforme d'expérimentation.

ABSTRACT

In recent years, the explosion of the Internet has spawned many streaming video services such as Internet TV, video on demand(VOD) or videoconferencing. The acceptability and success of these new services are conditioned by the degree of satisfaction of their end users which is determined by the quality Experience (Quality of Experience, QoE).

The Providers of these services are have to provide good QoE if they want to stay competitive in technologies providers market. To find out which adjustments should be made and when it should be applied, it's necessary to evaluate QoE. However, this QoE can be affected by several factors of various types, to namely, the characteristics of the source material, the codec settings (compression / decompression), the parameters of the quality of network service (band bandwidth, loss rate, delay, jitter ...), the type of terminal (smartphone, computer Laptop, Notebook, PDA and TV), the user's profile (age, gender, visual competence, experience with multimedia ...) and other.

In the literature, several works Research was conducted to study the impact of one or more of these factors on QoE. To do this, it is always necessary to carry out experiments in a controlled environment to build a base (or a sample) of data containing the factors affecting the QoE and the quality assessment by humans subjects. This topic is to design a generic platform, in both controlled and real environment, allowing researchers to conduct experiments to assess the QoE through several factors, generate a database with the results collected and finally analyze QoE prediction models.

Keywords: Streaming video, Quality of Experience (QoE), Platform for experimentation.

ملخص

في السنوات الأخيرة، ولد تطور الإنترنت و انتشارها الكثير من الخدمات المتعلقة بالفيديو مثل التلفزيون ، والفيديو حسب الطلب (VOD) أو مؤتمرات الفيديو .ونجاح هذه الخدمات الجديدة متعلق اساسا بدرجة رضا المستخدمين النهائيين والتي يتم تحديدها من قبل نوعية التجربة) جودة التجربة، (QoE)

مقدمي هذه الخدمات ملزمين على تقديم QoE إذا كانوا يريدون الحفاظ على قدرتهم التنافسية في سوق مزودي التقنيات . لمعرفة التعديلات التي ينبغي ومتى ينبغي تطبيقها، فإنه من الضروري تقييم QoE. ومع ذلك فإن نوعية التجربة QoE يمكن أن تتأثر بعدة عوامل من أنواع مختلفة، من أبرزها خصائص المحتوى الاصلي، متغيرات الترميز) ضغط / إلغاء ضغط،) ومعايير جودة خدمة الشبكة(Bandwith, packet loss ...)، نوع الجهاز المستخدم(الهاتف الذكي، اوكمبيوتر محمول، أجهزة الكمبيوتر المحمول، المساعد الشخصي الرقمي والتلفزيون)، التشكيل الجانبي للمستخدم) العمر، الجنس، والكفاءة البصرية، والخبرة مع الوسائط المتعددة (... وغيرها .

في السابق، أجريت عدة أبحاث و أعمال لدراسة تأثير واحد أو أكثر من هذه العوامل على QoE. للقيام بذلك، فكان من الضروري دائما تنفيذ تجارب في بيئة مخبرية لبناء قاعدة) أو عينة (من البيانات التي تحتوي على العوامل التي تؤثر على QoE وتقييم الجودة من قبل فاحص بشري . هذا الموضوع هو تصميم قاعدة عامة، سواء في بيئة مخبرية ابن يتم السيطرة على العوامل المؤثرة على QoE او في بيئة حقيقية على لانترنت مباشرة، مما يسمح للباحثين لإجراء تجارب لتقييم QoE من خلال عدة عوامل، إنشاء قاعدة بيانات مع النتائج التي تم جمعها، وأخيرا تحليل نماذج التنبؤ... QoE.

الكلمات الرئيسية: الفيديو , (QoE)جودة التجربة , منصة للتجريب

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE	14
Contexte.....	14
Problématique et Objectif	14
Organisation du mémoire.....	15
Partie I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	16
Chapitre 1 : Généralités sur le Streaming Vidéo.....	17
1. Du Système au Service Vidéo.....	17
2. La différence entre le Téléchargement et le Streaming Vidéo.....	18
3. Les différents types de streaming vidéo.....	19
4. Domaines d'application	20
5. Architecture du système de streaming	21
6. Mode de diffusion multimédia.....	21
7. Les protocoles du streaming vidéo.....	22
7.1 Le protocole IP	23
7.2 Le protocole UDP.....	24
7.3 Le protocole RTP	24
7.4 Le protocole RTCP.....	24
7.5 Le protocole RTSP	25
Conclusion.....	26
Chapitre 2 : La Qualité d'Expérience.....	27
1. Définitions.....	27
2. Les modèles de métriques	28
2.1 La Structure générale de la QoE.....	28
2.2 Les dimensions la QoE.....	29
2.2.1 Le Modèle du DSL Forum	29
2.2.2 Le Modèle de Marez & Moor	30

2.3	Les Indicateurs Clés de Qualité et de Performance.....	32
2.4	Les Index de la QoE.....	33
2.5	Le Modèle Pentagramme.....	34
3.	Principaux Paramètres affectant la QoE.....	35
3.1	Paramètres réseau.....	36
3.2	Caractéristiques du contenu.....	37
3.3	Type du terminal.....	39
3.4	Performances du serveur.....	39
3.5	Facteurs psychologiques.....	40
4.	Méthodes d'évaluations de la QoE.....	40
5.	Exemples des Plateformes d'Expérimentation Existants.....	42
5.1	Plateforme de Khalil Laghari (33) (environnement contrôlé).....	42
5.2	Plateforme du BENYETTOU.....	44
5.3	Plateforme de Vasanthi Kilari et swetha.....	47
5.4	Plateforme de Khalil Laghari (environnement réel).....	48
	Conclusion.....	52
	Partie II : Conception et Implémentation.....	53
	Chapitre 3 : Etude conceptuelle et collecte d'informations.....	54
1.	Introduction.....	54
2.	Fonctionnalités de la plateforme.....	54
3.	Architecture Proposée pour la Plateforme.....	55
3.1	Les acteurs.....	57
4.	Les informations collectées.....	58
4.1	Le profil du testeur.....	58
4.2	Caractéristiques de la Machine.....	59
4.3	Caractéristiques de la Vidéo.....	60
4.4	Paramètres de la qualité de service (QoS).....	60

5.	Etude conceptuelle	61
5.1	Expression des besoins	61
5.1.1	Capture des besoins.....	61
5.2	Modèle des cas d'utilisation.....	62
5.3	Gestion d'administration	64
5.3.1	Gestion des testes	64
5.4	Diagramme de séquence.....	66
5.4.1	Diagramme de séquence de la fonction d'inscription.....	67
5.4.2	Diagramme de séquence de la fonction authentification	68
5.4.3	Diagramme de séquence du déroulement et achèvement d'un teste.....	69
5.5	Diagramme de Classe.....	69
5.5.1	Description des classes.....	71
5.5.2	Passage au modèle relationnel	73
5.6	Le processus de collecte d'informations	73
	Conclusion.....	77
	Chapitre 4 : Implémentation de notre plateforme « VideoExperience ».....	78
	Introduction	78
1.	Outils de développement.....	78
1.1	PHP.....	78
1.2	GEANY	78
1.3	XAMPP	79
1.4	MySQL.....	79
1.5	UBUNTU	79
1.6	VLC	80
1.7	Netem	81
1.8	Mediainfo	82
2.	Présentation de la plateforme « VideoExperience» :	82

2.1	Espace administrateur.....	83
2.1.1	Accueil administrateur	83
2.1.2	Onglet Réseau	84
2.1.3	Gestion des tests.....	85
2.2	Espace client.....	87
2.2.1	Inscription d'un utilisateur	87
2.2.2	Page d'accueil client	88
2.2.3	Onglet test	89
2.3	Espace analyste.....	92
	Conclusion.....	92
	Conclusion générale et perspectives	93
	Annexe	95
	Reference Bibliographique	101

Liste des figures

Figure 1: la relation entre un système, une application et un service vidéo (3).....	17
Figure 2: comparaison entre le téléchargement et le streaming vidéo (3)	19
Figure 3 : architecture du système de streaming.....	21
Figure 4 : transmission unicast et multicast	22
Figure 5 : LA pile de protocoles pour le streaming vidéo sur Internet (3) (9).....	23
Figure 6 : <i>La place de RTP dans les couches réseaux</i>	24
Figure 7 : Communication en RTCP.....	25
Figure 8: La structure de la QoE (25).....	29
Figure 9: Concept multidimensionnel de la QoE (21) (3).....	31
Figure 10 : Le modèle hiérarchique de gestion de performances (28).....	32
Figure 11: Le modèle hiérarchique de service vocal (23).....	34
Figure 12: service de distribution de paquet sur internet	35
Figure 13 : architecture de l'expérience (33)	42
Figure 14: schéma de l'expérience (38).....	45
Figure 15: combinaisons d'ensemble de données (38).....	46
Figure 16 : structure général du teste subjectif (38).....	47
Figure 17: Architecture de la plateforme (40).....	47
Figure 18 : architecture du QoM (33)	49
Figure 19 : Architecture d'un environnement contrôlé.....	56
Figure 20 : Architecture de la plateforme en environnement réel	56
Figure 21: diagramme de cas d'utilisation général	63
Figure 22 : diagramme de cas d'utilisation de la gestion des teste.....	64
Figure 23 : diagramme de séquence du cas d'utilisation inscription	67
Figure 24 : Diagramme de séquence du cas d'utilisation connexion.....	68
Figure 25: diagramme de séquence déroulement et achèvement d'un teste	69
Figure 26 : diagramme de classe de la plateforme.....	71
Figure 27 : processus de collecte d'information cas "environnement contrôlé"	75
Figure 28 : processus de collecte d'information cas "environnement réel"	76
Figure 29: outils de développement utilisés	80
Figure 37: exemple commande Netem sur les paquets émis.....	81

Figure 38: Exemple commande Netem sur les paquets reçus	82
Figure 30: Page d'accueil de la plateforme.....	83
Figure 31 : accueil administrateur.....	84
Figure 32: Onglet réseau	84
Figure 33: Exemple de fichier de configuration.....	85
Figure 34: Gestion teste.....	85
Figure 35: Page de configuration des teste.....	86
Figure 36: visualiser un teste.....	87
Figure 39: collecte information client	88
Figure 40 : accueil client	88
Figure 41. : Liste des tests disponible	89
Figure 42. : Lancement du teste	90
Figure 43 : évaluation de la QoE.....	91
Figure 44: Table teste.....	91
Figure 45: extraction de donnée	92
Figure 46: Noyau du Netem	100

Liste des tableaux

Tableau 1. Les KQI\KPI pour les services vidéo (28)	33
Tableau 2. Les mesures les plus importantes des facteurs la QoE (29)	35
Tableau 3 : Mean Opinion Score (MOS) (32)	41
Tableau 4 : Paramètres du réseau (33)	44
Tableau 5: résultats des testes (33).....	44
Tableau 6: L'environnement contrôlé vs l'environnement réel.....	57
Tableau 7: Description du Diagramme de cas d'utilisation « Général »	64
Tableau 8: description du cas d'utilisation de la Gestion des tests.....	65
Tableau 9: Définition des tables.....	70
Tableau 10 : La description des classes	72
Tableau 11: Informations collectées à chaque étape.....	74

Liste des abréviations

QOE : Quality Of Experience
TCP : Transmission Control Protocole
HTTP : HyperText Transfer Protocol
FTP : File Transfer Protocol
IP : Internet Protocol
IPTV : IP TeleVision
ITU : International Telecommunication Union
ITU-T : ITU Telecommunication Standardization Sector
QOS : Quality Of Service
VOD : Video On Demand
UDP : User Datagram Protocol
RTP : Real time Transport Protocol
RTCP : Real-time Transport Control Protocol
RTSP : Real Time Streaming Protocol
MOS : Mean Opinion Score
PSNR : Peak Signal to Noise Ratio
MSE : Mean Square Error
NVFM : Normalized Video Fidelity Metric
MPQM : Moving Picture Quality Metric
FR : Full Reference
RR : Reduced Reference
NR : No Reference,
VQEG : Video Quality Expert Group
PEVQ : Perceptual Evaluation Video Quality
PESQ : Perceptual Evaluation of Speech Quality
3SQM : Single Sided Speech Quality Measure
ACR : Absolute Category Rating
AAC : Advanced Audio Coding,
AQ : Audio Quality
VQ : Video Quality

INTRODUCTION GENERALE

Contexte

Au cours de ces dernières années, l'explosion d'Internet a donné naissance à de nombreux services de streaming vidéo comme la télévision sur Internet, la vidéo à la demande ou la vidéoconférence. L'acceptabilité et le succès de ces nouveaux services sont conditionnés par leur qualité perçue au niveau des utilisateurs finaux. Une telle perception est depuis peu connue au sein de la communauté scientifique sous le nom de « Qualité d'Expérience » ou QoE (Quality of Experience).. En général, les utilisateurs ont toujours tendance à payer moins cher si on leur offre un flux vidéo avec une QoE faible. Lorsque les utilisateurs estiment surpayer leur service par rapport à la qualité qu'ils attendent, ils réagissent de différentes manières qui aboutissent toutes à une éventuelle diminution de revenus du fournisseur de service (1). Ainsi, les fournisseurs de ces services vidéo sont appelés à fournir une bonne QoE s'ils veulent rester en course.

Problématique et Objectif

Dans ce contexte, il est nécessaire tout d'abord de pouvoir évaluer ou mesurer cette QoE. Or, la QoE peut être affectée par plusieurs facteurs de natures différentes, à savoir : les caractéristiques du contenu source, les paramètres du codec (compression/décompression), les paramètres de la qualité du service du réseau (bande passante, taux de perte, délai, gigue...), le type du terminal (smartphone, ordinateur portable, tablette, PDA et TV), le profil de l'utilisateur (âge, sexe, compétence visuelle, expérience avec le multimédia ...) et d'autres. Il fallait donc d'étudier l'impact d'un ou de plusieurs de ces facteurs sur la QoE afin de pouvoir la contrôler. Cela a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche dans la littérature. Dans ces travaux, il a été toujours nécessaire de réaliser des expériences dans un environnement contrôlé pour construire une base (ou un échantillon) de données contenant les facteurs influant la QoE ainsi que l'évaluation de la qualité par des sujets humains. Cette base de données collectée est analysée par la suite.

L'objectif de notre travail consiste à concevoir et à réaliser une plateforme générique, en environnement contrôlé et réel, permettant aux chercheurs de mener des expériences pour

Introduction générale

évaluer la QoE à travers de plusieurs facteurs, de générer une base de données avec les résultats récoltés et enfin d'analyser les modèles de prédiction de la QoE.

Organisation du mémoire

Pour ce faire, nous avons adopté le plan suivant :

- Une première partie sur l'étude bibliographique qui comprend deux chapitres :
 - Dans le chapitre 1, nous présentons des généralités sur le streaming vidéo et ses services.
 - Dans le chapitre 2, nous présentons un état de l'art sur la QoE propre aux services afin de comprendre la problématique à résoudre et nous analysons les implémentations des plateformes d'expérimentation existantes dans la littérature.
- Une deuxième partie sur la conception et l'implémentation de notre plateforme qui prend également deux chapitres :
 - Dans le chapitre 3, nous décrivons notre conception de la plateforme d'expérimentation pour évaluer la QoE des utilisateurs des services de streaming vidéo.
 - Dans le chapitre 4, nous expliquons d'abord l'implémentations de notre plateforme, ensuite, nous effectuons quelques tests afin de la valider.

En conclusion générale, nous synthétisons les principales parties du mémoire, en faisant ressortir les apports de notre travail ainsi que les perspectives prévues pour l'améliorer.

Dans le souci de rendre plus aisée la lecture du mémoire, nous avons préféré de justifier notre choix, en annexe, pour certains outils utilisés dans notre implémentation.

Partie I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Généralités sur le Streaming Vidéo

Le streaming est une technique de transfert de données sous forme d'un flux¹ régulier et continu. Il permet donc de diffuser des contenus multimédia, à la demande et en temps réel, sans solliciter le disque dur de l'utilisateur.

1. Du Système au Service Vidéo

Dans (2) J. San a clarifié la relation entre un système, une application et un service vidéo. Comme illustré dans la Figure 1, un système vidéo typique comprend un codec pour les opérations de codage et de décodage, un réseau de communication pour la transmission et un terminal de l'utilisateur final pour l'affichage. En ajoutant le contenu vidéo à ce système, une application vidéo est ainsi formée. Un service vidéo est donc un événement de l'interaction entre les utilisateurs finaux et l'application vidéo sous-jacente. Ainsi, un service vidéo comprend, outre le système vidéo, le contenu et l'utilisateur final. (3)

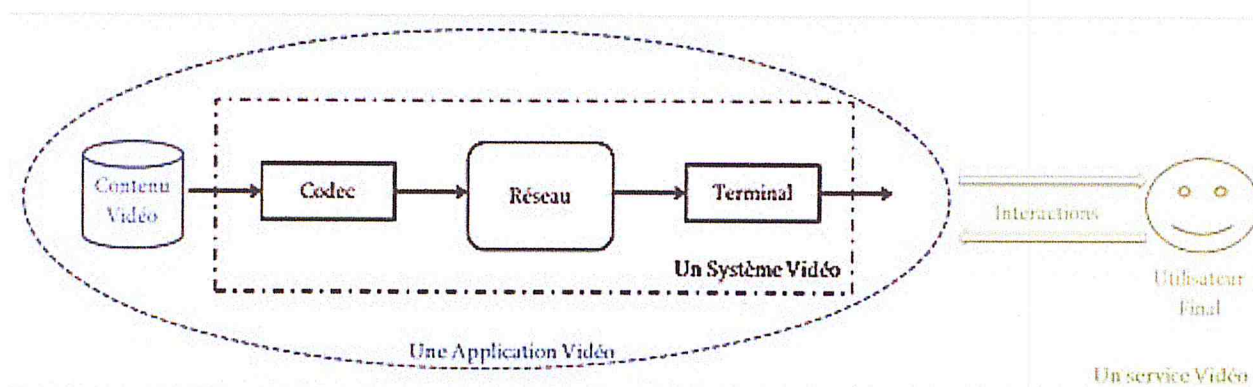


Figure 1: la relation entre un système, une application et un service vidéo (3)

¹ Stream d'où l'appellation streaming

2. La différence entre le Téléchargement et le Streaming Vidéo

Pour distribuer la vidéo sur Internet, deux solutions sont possibles : le téléchargement et le streaming. La première solution permet la livraison de contenus vidéo à travers un processus de téléchargement qui est réalisé en utilisant des protocoles communs tels que TCP/FTP ou TCP/HTTP. Cette technique du téléchargement présente plusieurs inconvénients relatifs au temps de téléchargement, à l'occupation de l'espace disque, à la qualité et au type du contenu (4) (5). En effet, les vidéos correspondent généralement à de très gros fichiers qui nécessitent généralement de longues périodes de téléchargement et un grand espace de stockage. En outre, la totalité de la vidéo doit être téléchargée avant de la visionner demandant ainsi la patience du spectateur (l'utilisateur final) et réduisant également la souplesse. En effet, ni la qualité ni le contenu ne peuvent être vérifiés avant la fin du téléchargement.

La technique de streaming vidéo, comme une solution alternative, tente de surmonter les problèmes liés au téléchargement vidéo, et fournit également des fonctionnalités supplémentaires comme la transmission directe et l'interactivité. En fait, cette technique permet simultanément la livraison et la lecture de la vidéo. Comme montré dans la Figure 2, la lecture commence avant que la totalité de la vidéo ne soit livrée. En général, il y a un court délai entre le début de la livraison et le début de la lecture au niveau de l'utilisateur final. Ce délai, appelé le délai de pré-enregistrement ou le temps de démarrage, détermine aussi la taille du tampon pour stocker les paquets reçus. Le streaming vidéo fournit un certain nombre d'avantages, notamment un faible retard avant le commencement du visionnage ainsi qu'un faible espace de stockage. En effet, une petite portion de la vidéo est stockée seulement au niveau du client à n'importe quel moment (5).

Par ailleurs, le contenu vidéo peut être capturé et encodé en temps réel pour être diffusé en direct (l'encodage en temps réel), ou bien pré-encodé et stocké pour une visualisation ultérieure (le pré-encodage) (4). Le téléchargement vidéo utilise évidemment le pré-encodage pour diminuer la taille du fichier vidéo ainsi que le temps de téléchargement. Cependant, le streaming vidéo dépend du type de l'encodage où nous distinguons deux catégories principales: le streaming en direct (*Live Streaming*) utilisant l'encodage temps réel et le Streaming progressif (*Progressive Streaming*) basé sur le pré-encodage.

En parallèle, les services de streaming peuvent être interactifs ou non-interactifs (4). Les services vidéo interactifs, comme la vidéo à la demande, la vidéoconférence, la vidéophonie et les jeux vidéo interactifs ont des contraintes très fortes en termes de latence (délai de bout en bout) ; celle-ci est de l'ordre de quelques millisecondes ou quelques secondes. Par contre, les services non-interactifs ont des contraintes de latence beaucoup plus souple (plusieurs secondes voire minutes). Des exemples de services non-interactifs comprennent la diffusion des manifestations populaires, la multidiffusion d'une conférence ou la télévision sur IP.

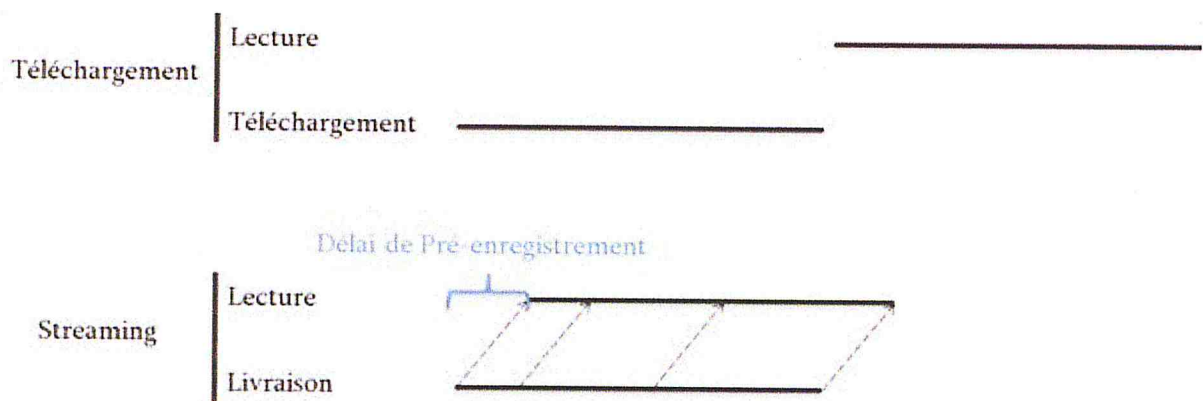


Figure 2: comparaison entre le téléchargement et le streaming vidéo (3)

3. Les différents types de streaming vidéo

Il existe 2 catégories de streaming :

- **Le streaming en direct :** ou appelé lecture en continue il n'y a qu'un seul fichier diffusé contenant plusieurs fois les mêmes informations à différents niveaux de qualité, et c'est le serveur de lecture en continu spécialisé qui se charge de diffuser l'information adaptée. En fonction du débit de la connexion de l'internaute, le serveur sélectionne le niveau de qualité maximal pour une diffusion en temps réel. Le serveur est également capable de s'adapter automatiquement aux variations de la bande passante : si la connexion se détériore et que le taux de transfert baisse, le contenu est livré avec une moindre qualité afin d'éviter les interruptions de diffusion. Si en revanche la connexion devient plus fluide, la qualité s'améliore. Le contenu démarre dès que l'utilisateur demande à y accéder sans délais. L'inconvénient de cette solution est de devoir utiliser un serveur spécialisé (Xiph Icecast, Real Helix Streaming Server, Windows Media Services, Adobe Flash Media Server, Quicktime Streaming Server, etc.) et que

l'internaute doit avoir une bande passante adaptée au contenu envoyé, le contenu étant diffusé au même rythme que la lecture de l'internaute.

- **Le streaming progressif** : appelé également lecture progressive ou pseudo streaming, il est basé sur le pré encodage C'est la solution la plus couramment utilisée, car elle ne nécessite pas de serveur spécialisé, un serveur HTTP « standard » étant suffisant. Le fichier audio ou vidéo est simplement proposé au téléchargement, de la même manière que tout autre type de fichier, et c'est le navigateur qui se charge d'effectuer la lecture de la vidéo. L'inconvénient de cette solution est l'impossibilité de s'adapter à la qualité de connexion de l'utilisateur. Pour le diffuseur, il devient ainsi souvent nécessaire de proposer plusieurs fichiers avec des résolutions différentes pour permettre à l'internaute de choisir en fonction des capacités de sa connexion. Par ailleurs, elle induit une attente pour avoir les premières images si le fichier est de taille importante.

4. Domaines d'application

Les domaines d'application du streaming sont nombreux, on peut en citer :

- La Télévision sur IP (Internet Protocol Télévision, IPTV), est une technologie qui offre des émissions de télévision ou de vidéo sur IP. Au lieu de recevoir la télévision ou la vidéo sur l'émission des ondes, câble ou satellite, le téléviseur sera raccordé à un routeur large bande et reçoit les signaux numériques directement du réseau IP de l'opérateur (6). La définition officielle de l'IPTV approuvée par l'ITU-T FG IPTV est la suivante (7): « IPTV est définie comme des services multimédia telles que TV/Vidéo/Audio/Texte/Graphiques/données fournis à travers un réseau IP managé afin de fournir le niveau requis de QoS, QoE, Interactivité et la fiabilité.»
- La vidéoconférence ou la visioconférence sur IP permet la mise en relation à distance et simultanée de plusieurs interlocuteurs en associant l'image à la voix et aux données. Elle s'appuie dans ce cas sur le protocole de communication réseau TCP/IP qui est la couche réseau utilisée par les réseaux d'entreprise, par les Intranet, extranet et l'Internet public. Elle assure le transport simultané et en temps réel de la voix, de l'image animée en couleur, et de données textes, graphiques ou images en tant que support et contenu de réunion.
- La vidéo à la demande souvent abrégée en VoD (de l'anglais *Video on demand*), est une technique de diffusion de contenus vidéo numériques bidirectionnelle (interactive) offerts ou vendus par les réseaux câblés, comme Internet, ou les réseaux non câblés,

comme la téléphonie troisième génération. Son principe basé sur une diffusion unicast, est une évolution logique des technologies broadcast, du style pay-per-view (télévision à la carte). Plus souple pour les clients, qui s'affranchissent des horaires de diffusion, cette technologie est en contrepartie plus gourmande en ressources réseau. Ceci explique que son développement soit intimement lié à l'augmentation de la bande passante des réseaux. (8)

5. Architecture du système de streaming

La diffusion de médias sur Internet fonctionne selon un modèle client-serveur. La communication audio et vidéo va du serveur vers le poste client comme la montre la figure suivante (Figure 3)

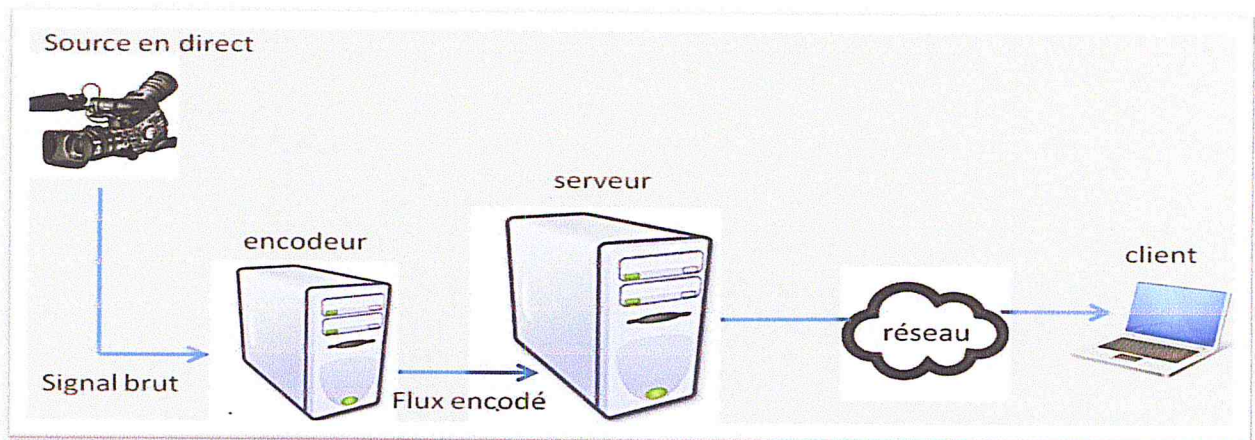


Figure 3 : architecture du système de streaming

Les éléments constituant cette architecture sont : l'encodeur pour les opérations de codage et de décodage, le serveur qui doit être équipé d'un logiciel spécialisé pour l'émission des données encodées sous forme de paquets, le réseau qui comporte les infrastructures de communication et la transmission et finalement le client qui reçoit les paquets du flux multimédia pour les visionner.

6. Mode de diffusion multimédia

Il existe 2 manières principale pour qu'un serveur multimédia envoie des données aux clients la monodiffusion (unicast) et la multidiffusion (multicast).

- Diffusion Unicast. Cette technique consiste à associer un flux à chaque utilisateur (Figure 4). Le serveur est évidemment plus sollicité mais cela permet une plus grande

souplesse vis-à-vis des clients. En effet, ces derniers peuvent choisir le débit qui convient à leur infrastructure.

- Diffusion Multicast. Dans cette technique un seul flux est émis à partir du serveur (Figure 4). Ce flux est reçu par tous les clients. Cependant, les clients doivent s'abonner au groupe pour recevoir le flux. Cette technique est utilisée dans le streaming sur Internet mais pose quelques problèmes d'implémentation au niveau des routeurs (les routeurs doivent pouvoir gérer le multicast).

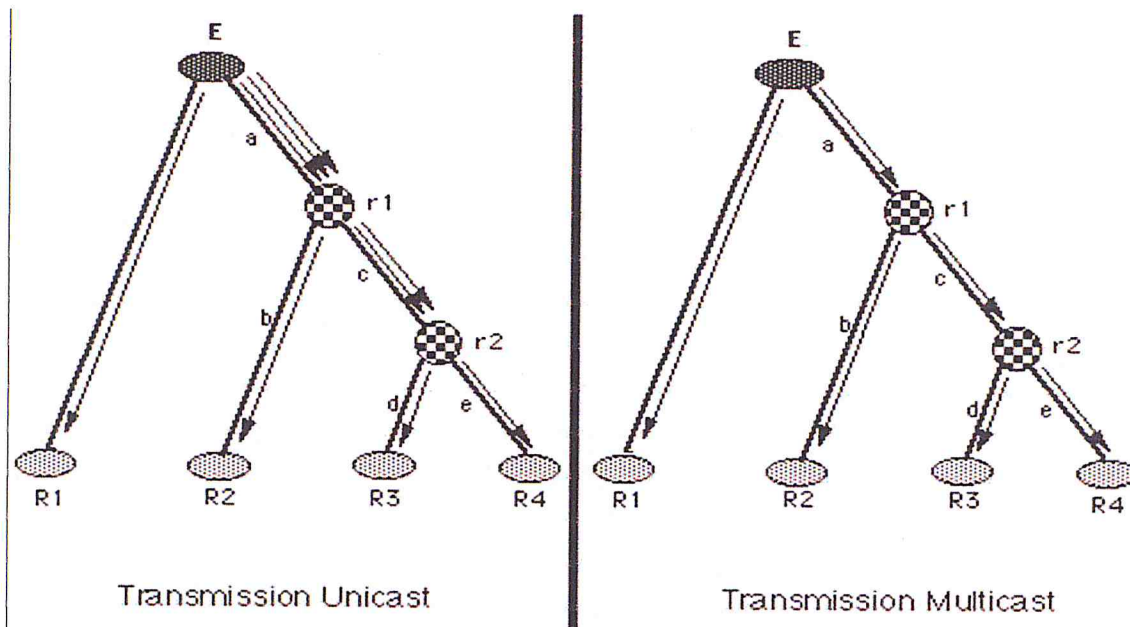


Figure 4 : transmission unicast et multicast

7. Les protocoles du streaming vidéo

Des protocoles ont été conçus et standardisés pour la communication entre les clients et les serveurs streaming. Il existe deux grandes familles de protocoles pour faire du streaming :

- Streaming sur TCP : en utilisant le protocole HTTP (HyperText Transfer Protocol) qui est un protocole de transfert de fichier. On peut néanmoins parler de streaming dans la mesure où les vidéos peuvent être affichées au fur et à mesure du téléchargement
- Streaming sur UDP : en utilisant le protocole RTP (Real Time Protocol) qui permet de faire à proprement parler du streaming, c'est à dire de la diffusion de contenu en temps réel.

Et Selon leurs fonctionnalités, les protocoles de streaming vidéo sur Internet peuvent être classés en trois catégories (9).

- Le protocole de couche réseau qui fournit un support basique de services réseau tels que l'adressage réseau. Le protocole IP (*Internet Protocol*) est le protocole de couche réseau pour le streaming vidéo sur Internet.
- Les protocoles de couche transport qui fournissent les fonctions de transport réseau de bout en bout pour les applications de streaming. Ces protocoles comprennent UDP (User Datagram Protocol) (10), RTP (Real-time Transport Protocol) et RTCP (Real-time Transport Control Protocol) (11).
- Le protocole de couche session qui définit les messages et les procédures de contrôle de la livraison des données vidéo durant une session établie. Le protocole RTSP (Real-Time Streaming Protocol) est un protocole de contrôle de session.

La figure 5 illustre cette pile de protocoles. En résumé, RTSP initie et dirige la livraison du flux vidéo depuis les serveurs streaming. RTP délivre ces flux vidéo et RTCP contrôle cette livraison. Le multiplexage des paquets RTP/RTCP/RTSP est réalisé par le protocole sous-jacent UDP qui utilise IP pour la transmission sur Internet. Tous ces protocoles (IP, UDP, RTP, RTCP, RTSP) seront décrits succinctement dans le reste de cette section.

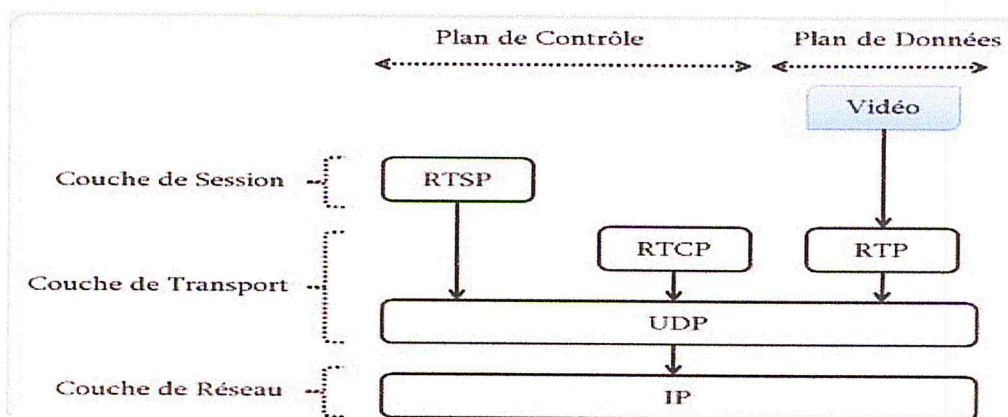


Figure 5 : LA pile de protocoles pour le streaming vidéo sur Internet (3).(9)

7.1 Le protocole IP

Le protocole IP (Internet Protocol) assure la transmission des datagrammes IP du serveur streaming vers un ou plusieurs utilisateurs finaux. Entre autre, il supporte les deux modes de transmission utilisés pour les services streaming défini précédemment (le mode unicast et le mode multicast).

7.2 Le protocole UDP

UDP (User Datagram Protocol) est un protocole simple permettant de transmettre les données vidéo très rapidement (en temps réel). Pour ce faire, il fonctionne en mode non-connecté, sans contrôle d'erreurs, sans remise en ordre des paquets à l'arrivée, sans réémission des données perdues et sans procédure d'acquittement.

7.3 Le protocole RTP

Le protocole RTP (Real-Time Transfert Protocole) fournit un support pour le transport des données en temps réel comme la vidéo (de bout en bout). Ses services consistent en la reconstruction temporelle, la détection de pertes, l'identification du contenu et la synchronisation entre médias. RTP a été conçu à l'origine pour des données temps réel multicast, mais il peut aussi être utilisé pour faire de l'unicast. Il peut également être utilisé pour le transport dans une seule direction comme la VoD (Video On Demand) mais aussi pour des applications interactives telles que la téléphonie à travers Internet. RTP est conçu pour travailler en conjonction avec le protocole RTCP afin de permettre la mesure des performances et le contrôle de la session en cours.

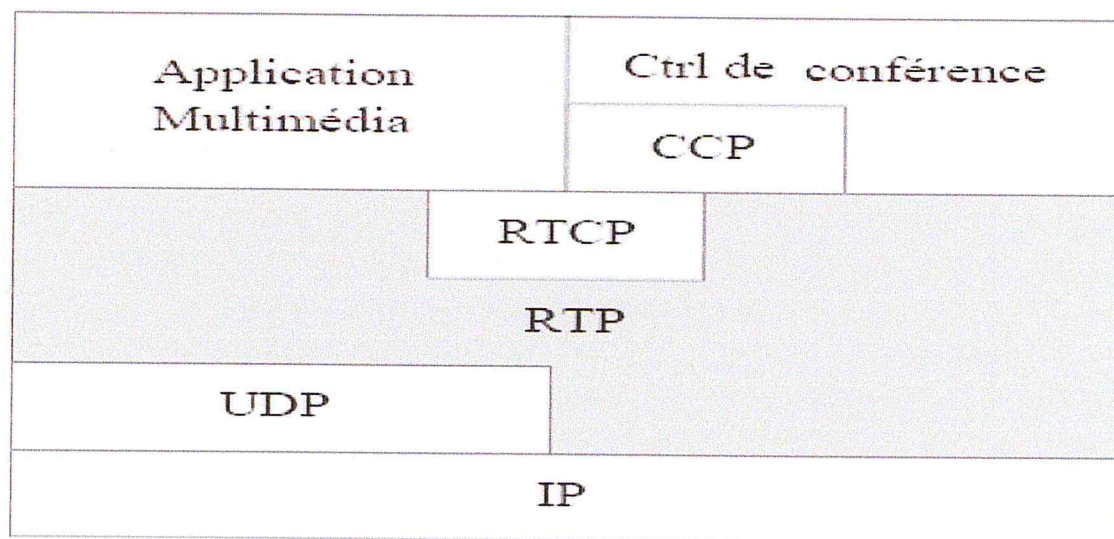


Figure 6 : La place de RTP dans les couches réseaux

7.4 Le protocole RTCP

Le protocole RTCP (Real-time Transport Control Protocol) permet de contrôler en temps réel l'état d'une session RTP.

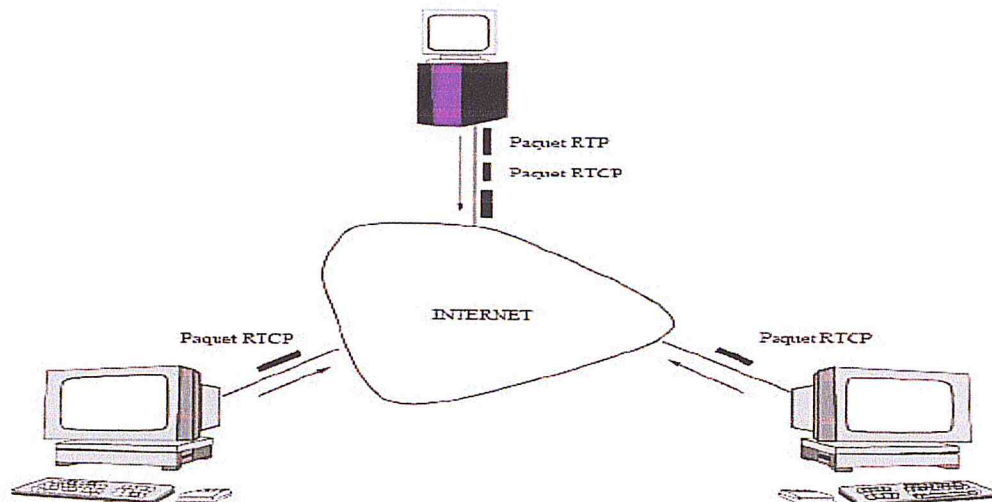


Figure 7 : Communication en RTCP

Il fournit principalement trois fonctions à savoir :

- Contrôler la congestion et surveiller la qualité de service du réseau. Les paquets RTCP ne comportent pas de données multimédia mais transportent des rapports qui contiennent des statistiques utiles à l'application. Parmi ces statistiques, on trouve le nombre de paquets envoyés, le nombre de paquets perdus et la variation des délais (jitter). Ces informations sont utiles aux émetteurs et aux récepteurs. L'émetteur peut ajuster sa transmission en se basant sur le rapport du récepteur. Les récepteurs peuvent déterminer si une congestion est locale, régionale ou globale.
- Identifier la source. Les paquets RTCP admettent des « canonical names » comme des identificateurs uniques pour les participants de la session.
- Synchroniser les flux vidéo. Les rapports des émetteurs RTCP contiennent une indication de temps réel et l'horloge de temps RTP correspondante.

7.5 Le protocole RTSP

RTSP (Real-Time Streaming Protocol) est un protocole de niveau applicatif, conçu pour diffuser efficacement des données audio-visuelles pour un grand nombre de personnes. Comme une télécommande de magnétoscope, le protocole RTSP fournit un mécanisme qui permet aux utilisateurs de demander spécifiquement des données d'un ou de plusieurs serveurs, ainsi qu'un type de transfert spécifique et une destination de transmission des

données. Le demandeur de flux peut ainsi lancer, arrêter et mettre en pause la transmission des données.

Conclusion

Dans ce premier chapitre, nous avons exposés les principaux axes de notre travail, notre objectif pour commencer, la définition de ce qu'un service de streaming, les protocole utilisé pour la diffusion et la réalisation de notre plateforme

Le degrés de satisfaction d'un service de streaming vidéo est une métrique très importante et qui constitue la base de notre plateforme.

Cela fait l'objectif de plusieurs plateformes d'expérimentation dans la littérature; l'objet du chapitre suivant.

Chapitre 2 : La Qualité d'Expérience

Avec le développement rapide du marché pour le streaming vidéo d'une année à l'autre, les métriques de la qualité de service comme la bande passante, le délai, la gigue et le taux de perte qui sont généralement utilisés pour garantir les services, ne parviennent pas à mesurer la perception subjective des utilisateurs finaux. Les fournisseurs de ces services ont tendance à muter vers des politiques fondées sur une approche globale de la qualité de bout-en-bout, ainsi est née la qualité de l'expérience (QoE : Quality of Experience). Cette notion fait l'objet de ce chapitre.

Ce chapitre est consacré à la définition de la notion de la qualité d'expérience, nous exposons d'abord les différents modèles de métrique qui seront suivis par les principaux paramètres qui affectent la QoE et ses méthodes d'évaluations, nous donnons ensuite quelques exemples sur des plateformes d'évaluations existante pour conclure ce chapitre.

1. Définitions

Dans la littérature, différents termes font référence à l'expérience utilisateur et plus précisément à la QoE. Les standards pour les transmissions d'ITU (International Telecommunication Union) définissent la QoE comme étant l'acceptabilité globale d'une application ou d'un service, telle qu'elle est perçue subjectivement par l'utilisateur final (14). La QoE comprend tous les effets du système global, dont la perception peut être influencée par les attentes de l'utilisateur et le contexte.

Une notion plus générale de la QoE est utilisée par Alben pour définir tous les aspects d'interaction entre une personne et un produit (15). Jain présente la QoE comme étant un élément important à étudier et à utiliser dans le domaine du multimédia (16). Comparée à la qualité de service (QoS pour *Quality of Service*), la QoE comprend des notions de subjectivité et de dépendance au contexte. Des mesures sont nécessaires pour comprendre la QoE et développer des systèmes qui s'adaptent aux besoins des utilisateurs. McNamara et Kirakowski ont développé le concept d'utilisabilité en différenciant la qualité d'utilisation (QoU pour *Quality of Use*) de la QoE (17). Alors que la QoE ne traite que l'interaction

objective entre l'utilisateur et le produit, les aspects subjectifs sont représentés dans la notion de QoE. L'étude de la QoE peut être approchée de trois manières différentes : ajouter une nouvelle dimension à la structure de l'utilisabilité, proposer un nouveau concept distinct de l'utilisabilité ou regarder le concept d'expérience avec un regard plus théorique et philosophique. Les auteurs rappellent que les méthodes et l'interprétation des données sont propres à chaque domaine d'investigation.

Par ailleurs, la qualité d'expérience reflète la satisfaction de l'utilisateur par rapport au service qu'il utilise. C'est une mesure du jugement personnel de l'utilisateur selon son expérience vécue, sur la qualité globale du service fourni par les opérateurs et fournisseurs de services Internet (18).

2. Les modèles de métriques

L'évaluation de la QoE requiert la définition d'un ensemble de métriques pour mesurer le degré de satisfaction des utilisateurs terminaux. Dans la littérature, plusieurs modèles de métriques ont été proposés correspondant à différents types de services. Dans cette section, nous nous intéressons seulement aux modèles pouvant être appliqués aux services vidéo. Nous commençons par présenter le modèle de l'IUT-T (19) qui décrit la structure générale de la QoE. Nous présentons ensuite les modèles émanant du DSL Forum (20) et décrits dans (21) qui se basent sur le caractère multidimensionnel de la QoE. Nous étudions ensuite le modèle du TM Forum (22) qui étend le concept des indicateurs clés en deux nouvelles catégories d'indicateurs : les indicateurs de qualité (*Key Quality Indicators*, KQI) et les indicateurs de performance (*Key Performance Indicators*, KPI). Nous terminons enfin avec un modèle proposé par Liu et al (23) qui introduit le concept d'index de la QoE.

Nous tenons à préciser que cette section est reprise du chapitre 2 du mémoire (3).

2.1 La Structure générale de la QoE

Selon la norme définie par IUT-T (24) la QoE mesure la qualité perçue par les utilisateurs finaux en tenant compte de tous les facteurs qui influent à la fois sur leur perception et leurs attentes. Ces dernières sont fortement influencées par plusieurs facteurs subjectifs. La mesure de la perception intègre par ailleurs de multiples paramètres techniques objectifs. Les mesures objectives proviennent d'indicateurs quantitatifs définissant la qualité de service fournie à l'utilisateur en termes de métriques de performance mesurables au niveau du service (la disponibilité), du réseau (le délai, la gigue et le taux de perte) et de l'application

la QoE est corrélée aux paramètres liés à l'application vidéo (la résolution d'image, le codec vidéo/audio, le débit binaire et la couleur) et à la performance du réseau (le délai, la gigue et le taux de perte de paquets). Ces paramètres sont gérés de manière à atteindre les niveaux prévus de la QoE.

Ce modèle se concentre sur l'aspect objectif (performances de service) plutôt que sur l'aspect subjectif de la qualité. Il ne prend pas en charge les facteurs liés à l'utilisateur comme les attentes des utilisateurs, leur expérience, le contexte dont ils se trouvent et d'autres facteurs. Le modèle proposé dans Marez & Moor (21) vient couvrir ces facteurs.

2.2.2 Le Modèle de Marez & Moor

Dans (21), les auteurs ont proposé un modèle conceptuel couvrant les dimensions suivantes (Figure 9):

- La qualité de service qui est une première condition pour parvenir à un service performant. Cette dimension agit sur les performances technologiques à quatre niveaux: application/ service, serveur, réseau et dispositif / appareil.
- La facilité d'usage qui est abordée en termes de l'usage comportementale (basé sur la facilité de travail, la convivialité et l'interaction homme-machine) et de l'usage émotionnel (basé sur les émotions et les sentiments de l'utilisateur lors de l'utilisation du dispositif ou de la technologie).
- La qualité d'efficience qui couvre le caractère subjectif de la QoE. Il apparaît en effet qu'une technologie peut être très performante en termes techniques mais cela peut ne pas être assez efficace pour satisfaire l'utilisateur ou répondre à ses attentes. À cet égard, Jarvenpaa & Lang (27) soulignent le fait que « les expériences des utilisateurs avec la technologie sont souvent paradoxale ». Pour cette dimension, on distingue trois niveaux: dispositif/appareil, réseau et application/service.
- Les attentes qui permettent de mesurer la qualité d'efficience de manière adéquate. En effet, ce n'est que lorsqu'on a un aperçu des attentes de l'utilisateur qu'on peut savoir si une technologie fonctionne bien ou est assez suffisante pour cet utilisateur. Le niveau de satisfaction de ces attentes détermine alors la qualité d'efficience.
- Le contexte dans lequel se trouve l'utilisateur influence directement ses attentes. Cinq types de contexte sont proposés: environnemental, personnel/ social, culturel, technologique et organisationnel.

Chapitre 2 : La qualité d'expérience

Le modèle proposé a été construit avec l'intention de couvrir non seulement ce que le service fait, mais aussi ce que les personnes peuvent faire avec le service, ce qu'ils veulent/pensent à faire avec le service et ce qu'ils attendent du service, le contexte dans lequel ils ont l'intention de l'utiliser, et jusqu'à quel point il répond à leurs attentes. Bien que ce modèle soit complet, il est assez complexe et peu pratique dans l'usage pour mesurer la QoE. Il est en effet difficile de mesurer chaque dimension de manière exacte.

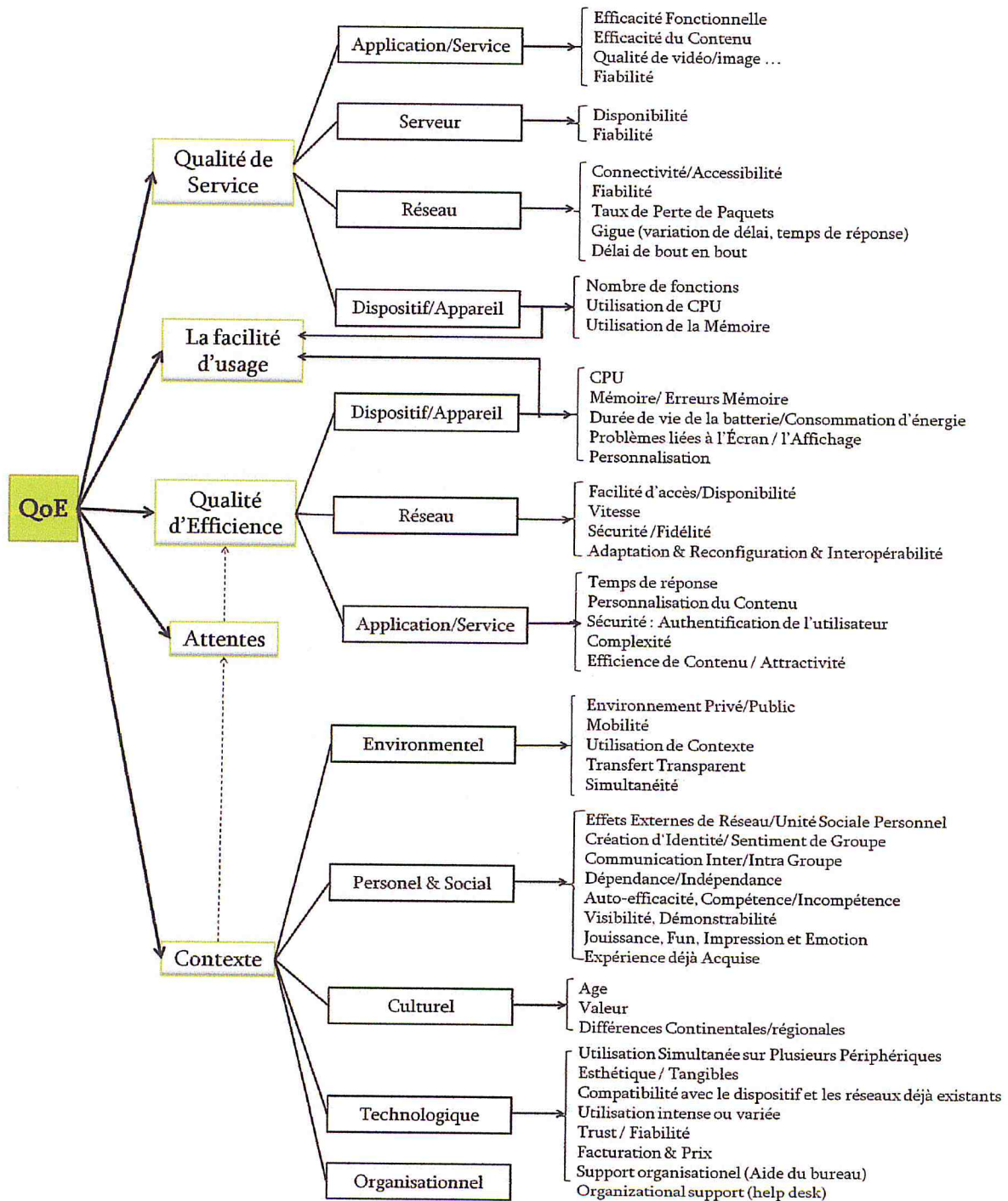


Figure 9: Concept multidimensionnel de la QoE (21) (3)

2.3 Les Indicateurs Clés de Qualité et de Performance

Afin de permettre aux fournisseurs d'un service de se concentrer sur sa qualité plutôt que sur sa performance, le TM Forum a étendu le concept de l'indicateur clé en deux nouvelles catégories d'indicateurs : les indicateurs de qualité (*Key Quality Indicators*, KQI) et les indicateurs de performance (*Key Performance Quality*, KPI) (22). La QoE est rapportée à un certain nombre de KQIs. Ces derniers sont des indicateurs de haut niveau qui mesurent la qualité du service ou de ses composants. Les KPIs sont des mesures quantifiables qui reflètent les facteurs critiques de succès ou d'échec d'une ressource ou d'un élément de service. D'une manière générale, un KQI est défini à partir d'un ensemble de KPIs mesurant la performance du réseau à partir de ses éléments. La correspondance entre les deux types d'indicateurs KPI et KQI peut être simple ou complexe, empirique ou formelle. Le modèle hiérarchique de gestion de performances est illustré dans la figure 10.

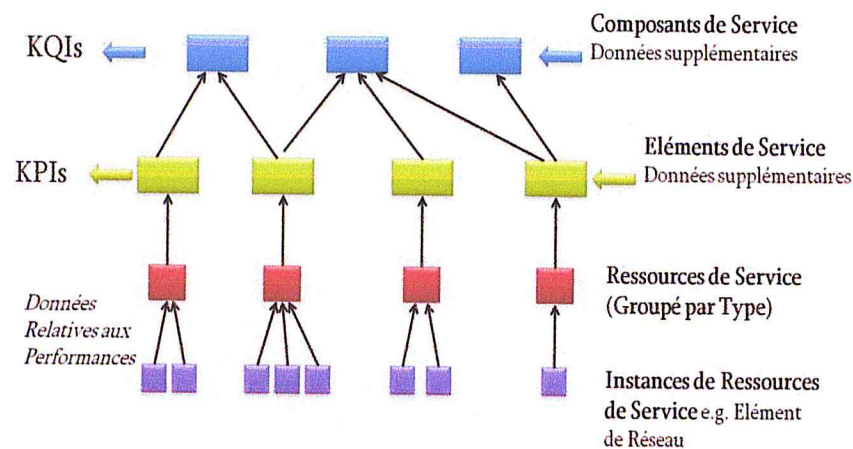


Figure 10 : Le modèle hiérarchique de gestion de performances (28)

Le concept de KQI/KPI est le plus utilisé pour évaluer le degré de satisfaction des clients (QoE) dans le domaine des télécommunications. En effet, le contrat entre un client et un fournisseur de service (*Service Level Agreement*, SLA) spécifie entre autres les KQI/KPI des services. Dans (22), le TM Forum a proposé un ensemble générique de KQI/KPI pour un certain nombre de services commerciaux. Le tableau 1 résume les KQI/KPI pour les services vidéo suivants : la vidéoconférence, la transmission en continu et la diffusion en direct.

Tableau 1. Les KQI\KPI pour les services vidéo (28)

Indicateurs de qualité (KQI)	Indicateurs de performance (KPI)
Disponibilité	Mean Time Between Failure (MTBF)
	Mean Time Between Repair (MTBR)
	Taux de perte de service
Qualité de Audio\ Vidéo	Mean Opinion Score (MOS)
	IP Packet Loss Ratio (IPLR)
	Packet Transfer Delay (IPTD)
	Packet Delay Variation (IPDV)
Temps de Réponse	Temps de Réponse
Round Trip Time (RTT)	One Way Delay (OWD)
	RTT
Délai	OWD
	RTT
Gigue	IPDV
	Cell Delay Variation (CDV)
Confidentialité	Les violations d'accès physique
Non-répudiation	Les violations d'accès physique
Interopérabilité	Les complaints d'Interopérabilité
Temps de Connexion	Temps de Connexion

2.4 Les Index de la QoE

Dans (23), les auteurs ont proposé un nouveau concept appelé index de la QoE. Il est défini sur la base des attentes des clients qui sont classées en deux catégories: la fiabilité et le confort. La fiabilité, dans ce contexte, représente l'accessibilité, la réactivité et la persistance du service. Le confort se réfère à la qualité de la session et à l'intégrité du service. Chaque

index de la QoE peut correspondre à plus d'un KQI et chaque KQI peut influencer plus d'un index de la QoE. Désignant le degré de satisfaction des clients comme la plus haute couche (la couche cible), les index de la QoE sont choisis pour lier la couche supérieure avec les KQIs. Ce modèle hiérarchique se veut universel et peut être appliqué à tous les services du réseau de nouvelle génération (*Next Generation Network*, NGN). La figure 11 ci-dessous représente le cas d'un service vocal.

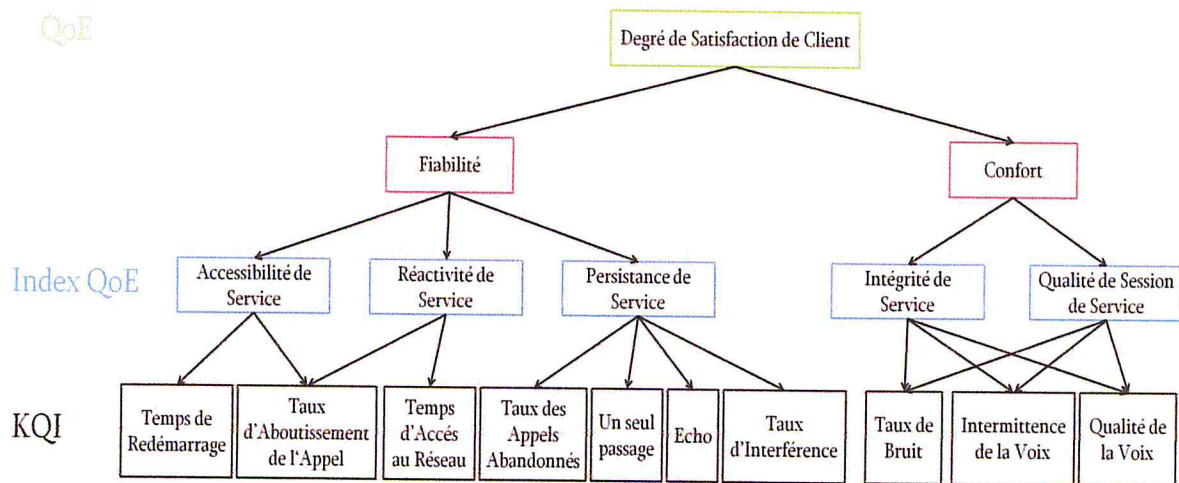


Figure 11: Le modèle hiérarchique de service vocal (23)

2.5 Le Modèle Pentagramme

Dans (29), les auteurs ont proposé un modèle de pentagramme pour mesurer la QoE en fonction de cinq facteurs : l'intégralité, la persistance, la disponibilité, la convivialité et l'instantanéité, ils sont résumés dans le tableau 2.

La QoE est calculée par : $QoE = \frac{1}{2} \sin(72) (ab + bc + cd + de + ea)$.

L'intégralité, dont les mesures sont en fait les paramètres de la qualité de service, est calculée comme la somme pondérée de taux de cohérence de retard (α_1), la gigue (α_2) et taux de perte de paquets (α_3). Les paramètres DEL, JIT et PL représentent respectivement le délai, la gigue et le taux de perte de paquets.

$$a = \alpha_1 \times DEL + \alpha_2 \times JIT + \alpha_3 \times PL.$$

Tableau 2. Les mesures les plus importantes des facteurs la QoE (29)

Les facteurs de la QoE	Les mesures les plus importants	Symbole
L'intégralité de Service	Délai, Gigue, et taux de perte de paquets.	a
La persistance de Service	Taux d'interruption de service.	b
La disponibilité de Service	Taux de réussite d'accès utilisateur au service.	c
L'utilité de Service	Utilité de service	D
La réactivité de Service	Temps de réponse de l'établissement et de l'accès au service.	E

3. Principaux Paramètres affectant la QoE

Dans un service de streaming vidéo sur Internet, l'acquisition et l'encodage du contenu original des flux vidéo sont faits par le fournisseur du contenu. Les paquets vidéo sont ensuite distribués et transmis aux utilisateurs finaux par les fournisseurs de service et de réseau. Les équipements terminaux décodent et réparent le flux vidéo avant que le contenu ne soit affiché à l'utilisateur final (Figure 12) (3)

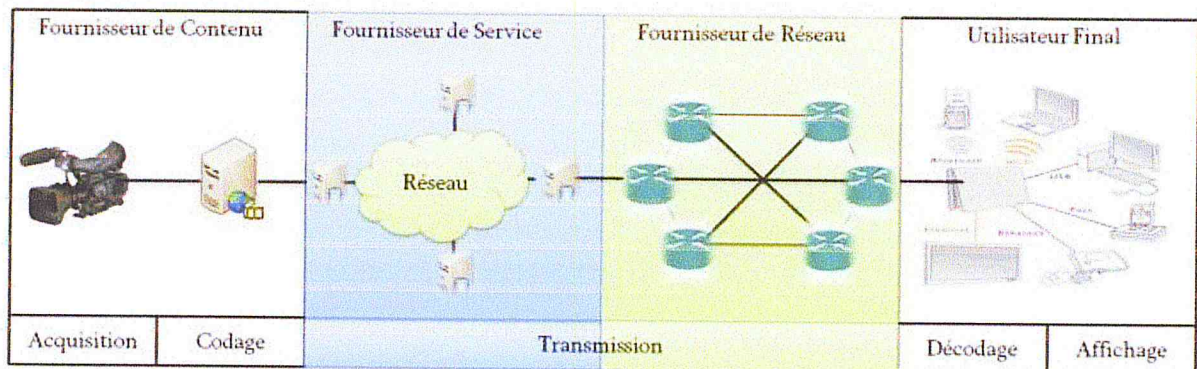


Figure 12: service de distribution de paquet sur internet

Aujourd'hui, évaluer cette QoE est devenu primordiale pour les fournisseurs de réseau, de services et de contenus. Cette évaluation est basée sur une mesure subjective et objective de

la qualité perçue au niveau de l'utilisateur. Comme illustrée sur la figure ci-dessus, plusieurs facteurs (ou paramètres) peuvent influencer et/ou altérer la QoE lors, sans toutefois s'y limiter, de l'acquisition, de l'encodage, de la transmission, du décodage et de l'affichage.

Parmi ceux-ci, nous citons :

- Caractéristiques de vidéo d'origine
- Caractéristiques du codec
- Performances de serveur streaming
- Performances des réseaux de transmission
- Type de terminal
- Profil de l'utilisateur

3.1 Paramètres réseau

Les paramètres de la QoS reflètent l'état du réseau et son impact direct sur la QoE. La dégradation de chaque paramètre réseau conduit à la dégradation de la qualité du streaming vidéo, nous citons les plus importantes :

- **Perte de paquets** : est causée par la congestion du réseau ou l'arrivée tardive des paquets. En effet, après un certain délai, le paquet est jugé comme perdu même s'il arrive dans les instants suivants. Le taux de perte est considéré comme l'un des motifs majeurs affectant la QoE.
- **Bande Passante** : définit la mesure de la quantité de données numériques transmises par unité de temps. Avec l'accession de la télévision HD et de la vidéo 3D, les besoins en bande passante ont largement augmenté. Ce constat implique une évolution du codage source et du codage canal pour permettre une qualité d'usage satisfaisante. La bande passante a une influence significative sur la QoE si les besoins applicatifs sont importants. En effet, un flux multimédia transitant sur une largeur de bande inférieure à ses besoins, entrainera un temps d'attente important du côté récepteur et dégrade la qualité perçue.
- **Latence (délai de bout-en-bout)** : définit le temps que parcourt un paquet entre l'émission et la réception. Le délai prend en compte principalement deux phases : le temps que passe un paquet dans la file d'attente des nœuds le long du parcours et le temps de propagation du paquet sur le médium physique. Les applications temps réel comme vidéoconférence ou voix sur IP, sont très sensibles à ce facteur.

- **Gigue** : désigne la variation du délai dans le temps d'arrivée des paquets à destination. Elle est généralement causée par l'utilisation de chemins différents pour atteindre la même destination, et par les différents algorithmes utilisés en file d'attente. Si la valeur de la gigue est importante cela conduit à une dégradation de la qualité des applications interactives en temps réel. Dans le streaming vidéo, les effets de la gigue peuvent être dissimulés en utilisant une mémoire tampon (appelée aussi buffer) du côté récepteur. Ce tampon de gigue provoque un retard détectable au début du lancement du flux. Mais, au-delà d'un certain seuil, le tampon n'aura aucun effet et une dégradation semblable à celle causée par la perte de paquet aura lieu. En effet, si les paquets arrivent en désordre et en retard par rapport au temps de maintien, ils seront ignorés au niveau du récepteur.
- Temps d'apparition de la première image qui influence énormément la perception que l'on a du service.

3.2 Caractéristiques du contenu

Les propriétés et les caractéristiques du contenu vidéo ont un impact considérable sur la QoE. Ci-après quelques paramètres

- **Disponibilité de la vidéo** : est le premier facteur influençant la qualité perçue du service. Des problèmes récurrents de disponibilité pour un même fournisseur aboutissent à un abandon définitif de ce fournisseur par l'utilisateur, dans un monde où tout doit être disponible en permanence et très rapidement accessible.
- **Résolution d'image** : exprimée en DPI (dot per inch – pixels par pouce) détermine le nombre de pixels par unité. 300 dpi signifie 300 colonnes et 300 lignes de pixels par pouce carré, en d'autres termes La résolution est le rapport entre le nombre de pixels de l'image et la taille réelle de sa représentation sur un support physique (scanner ou imprimante).
- **Frame rate (Image par seconde)** : La réduction du débit requis par une application est très importante pour les applications de streaming. L'ajustement de la résolution de la vidéo ainsi que le nombre d'images par seconde peut impacter directement la QoE, du moment qu'ils jouent un rôle important dans le séquençage de la vidéo et sa qualité de visualisation.
- **Complexité du mouvement** : L'influence de la résolution et du taux d'images diffère d'une vidéo à une autre. En effet, prenons le cas d'une séquence dont la complexité du

mouvement n'est pas importante, la qualité de la vidéo peut rester invariante en diminuant le taux d'images. Ainsi on peut optimiser le nombre de frames.

- **Contenu de la vidéo** : Il est à noter que le thème de la vidéo peut différencier le jugement de l'utilisateur. En effet, dans une étude menée par (30) sur l'impact du thème, une expérience a été réalisée en visualisant un match de football. La sélection des participants a été en fonction de leur intérêt pour le football. Les résultats ont montré que les fans de football ont trouvé la qualité de seulement 6 images par seconde vidéo acceptable de 80 % du temps alors que la moyenne des taux de trame couramment utilisée est de 25 images par seconde. Les auteurs concluent, que le système visuel humain peut tolérer un certain degré de distorsion et que les participants peuvent accepter une mauvaise qualité de la vidéo, s'il y a suffisamment d'intérêt pour le sujet.
- **Codec** : La qualité du codec peut réaliser est fortement basée sur le format de compression du codec utilise. Un codec n'est pas un format, et il peut y avoir plusieurs codecs qui mettent en œuvre la même spécification de compression - par exemple, MPEG-1 codecs n'ont généralement pas d'atteindre la qualité / taille comparable à rapport codecs qui implémentent la spécification H.264 plus moderne. Mais rapport qualité / taille de la production des différentes implémentations de la même spécification peut également varier. Avant de comparer le codec vidéo de qualité, il est important de comprendre que chaque codec peut donner un degré variable de qualité pour un ensemble donné de trames dans une séquence vidéo. De nombreux facteurs jouent un rôle dans cette variabilité. Tout d'abord, tous les codecs ont un mécanisme de contrôle débit qui est chargé de déterminer le débit et la qualité sur une base per-cadre. Une différence entre le débit binaire variable (VBR) et le débit binaire constant (CBR) crée un compromis entre la qualité uniforme sur toutes les trames, d'une part, et un débit binaire plus constant, ce qui est nécessaire pour certaines applications, d'autre part. D'autre part, la différence entre des codecs de différents types de trames, tels que les images clés et des trames non clés, qui diffèrent par leur importance pour la qualité visuelle d'ensemble et la mesure dans laquelle ils peuvent être compressés. Troisièmement, la qualité dépend de préfiltration, qui sont inclus sur tous les codecs actuels. D'autres facteurs peuvent également entrer en jeu.
- **Livraison de la vidéo** : évalue la capacité d'une application d'assurer des flux continus et synchronisés de la vidéo, malgré les limitations du réseau sous-jacent.

3.3 Type du terminal

Avec les progrès de l'industrie des télécommunications, des services multimédias en streaming sont déployés sur différents types de terminaux: Smartphone, Ordinateur portable, Tablette, PDA et TV. Ces équipements se différencient les uns des autres par leur résolution, leur processeur et leur taille d'affichage. Ci-après quelques paramètres de l'appareil affectant la QoE.

- **Ecran d'affichage** : Les capacités matérielles peuvent influencer grandement sur la qualité d'expérience et notamment grâce à la résolution des terminaux utilisés par les testeurs qui diffère d'un utilisateur à l'autre même si les conditions de réception dans certains cas ne change pas pour deux utilisateurs à un instant donné mais la perception ne sera pas identique
- **Charge du CPU** : décrit les ressources de calcul utilisées par le système et le navigateur Web et affecte directement la QoE de l'application (e.g. vidéo affichée). En fait, lorsque le CPU est trop chargé, les informations reçues ne peuvent être traitées facilement, et donc, la vidéo sera bloquée avec des images figées.
- Charge de la mémoire reflète le taux d'utilisation de la mémoire qui est indispensable dans tout type de calcul.
- **Logiciel de visualisation** : Dans le streaming d'une vidéo, le navigateur est le logiciel souvent utilisé pour la visualisation. Comme chaque navigateur a ses performances, sa propre façon d'afficher les pages Web et sa sensibilité envers la vitesse de chargement, le type de navigateur et même la version utilisée impactent considérablement la QoE d'un côté et de l'autre l'utilisation d'un logiciel de lecture de vidéo peut être une option le changement de logiciel peut aussi avoir un impact sur la perception vu la différence de fonctionnalités offerte par différents logiciels. On peut citer à titre d'exemple VLC ou GOM player etc ...

3.4 Performances du serveur

Dans les produits du marché des serveurs, l'accent est mis sur le débit (nombre de réponses données par unité de temps), la disponibilité et la scalabilité - capacité d'adaptation à une augmentation de la demande. Les serveurs s'occupent de plusieurs utilisateurs simultanément, et ont besoin d'une puissance de calcul supérieure à celle des ordinateurs personnels. Les serveurs jouent un rôle clé dans de nombreux réseaux et sont souvent logés dans des locaux ventilés et sécurisés.

3.5 Facteurs psychologiques

L'estimation des variations du niveau de qualité d'une personne à l'autre dépend de plusieurs facteurs qui sont liés à la personne, ses préférences et son environnement. Nous pouvons préciser certains de ces paramètres comme exemple:

- Caractéristique de l'utilisateur (connaissances, expérience, langue, age, sexe, ...)
- Comportement de l'utilisateur (degré d'intérêt pour le contenu)
- Dans le cas d'un test QoE subjectif, familiarité avec la tâche (expert ou non-expert)

4. Méthodes d'évaluations de la QoE

De manière générale, il existe deux approches pour mesurer la qualité dans la littérature: les méthodes subjectives et les méthodes objectives. L'évaluation subjective fait appel à des observateurs humains pour évaluer la qualité selon un protocole bien défini. En revanche, l'évaluation objective fait référence à des métriques mesurées empiriquement par des méthodes appropriées dans le but d'automatiser le processus d'évaluation. Étant donné que la QoE est de nature subjective, nous nous sommes intéressés au début aux méthodes subjectives.

Les méthodes subjectives consistent principalement en des expériences de laboratoire, dans lesquelles un certain nombre de personnes sont interrogés sous forme de sondage ou questionnaire. Lors de test d'un service multimédia par exemple, les conditions telles que : l'isolation des échos, l'illumination de la salle, la distance entre l'observateur et l'écran et les caractéristiques de ce dernier doivent être conformes aux normes. Les normes de l'ITU-T (31) et (13) spécifient respectivement les méthodologies d'évaluation de la qualité des signaux audio et vidéo d'un service de visioconférence sur des réseaux à commutation de paquets. Les participants aux tests subjectifs attribuent des notes de qualité, selon une échelle de valeurs de nature numérique ou sémantique, discrète ou continue, comparative ou absolue. Cette échelle est proposée au début du test. Une échelle de nature sémantique contient des adjectifs indiquant l'appréciation comme "excellente", "bonne" ou "mauvaise". Une échelle continue couvre un intervalle et le sujet peut choisir n'importe quelle valeur entière appartenant à cet intervalle. Une échelle comparative sert à comparer deux versions d'un même contenu ayant subi différents traitements. Des adjectifs comme "légèrement meilleure", "identique" et "moins bonne" sont utilisés sur de telles échelles.

Chapitre 2 : La qualité d'expérience

Le score moyen d'opinion (Mean Opinion Score, MOS) est l'une des méthodologies basée sur des tests subjectifs dans lesquels la qualité est notée par des expérimentateurs. Les valeurs assignées en fonction de la qualité perçue de la connexion, sont les suivantes :

Tableau 3 : Mean Opinion Score (MOS) (32)

MOS	Qualité	Distorsion
5	Excellente	Imperceptible
4	Bonne	Perceptible sans être gênante
3	Moyenne	Légèrement gênante
2	Mauvaise	Gênante
1	Très mauvaise	Très gênante

Pour la QoE, les méthodes subjectives semblent les plus naturelles. Cependant, elles sont coûteuses en termes de temps et de moyens humains les rendant ainsi difficiles à reconstituer aussi souvent qu'on le souhaite. En effet, elles nécessitent au moins une population de 15 personnes. Les durées des tests dépendent du nombre d'échantillons à évaluer, de leurs durées et de la nature de la tâche assignée aux participants. Ainsi, les méthodes subjectives ne permettent pas de surveiller en temps réel la QoE. De telles difficultés, associées aux méthodes subjectives, ont donné lieu au développement des méthodes objectives qui, bien que moins performantes, sont beaucoup plus pratiques et moins coûteuses (3).

Les méthodes objectives font référence à des formules et des algorithmes établis dans le but d'automatiser le processus d'évaluation. Elles se basent sur la mesure d'une ou plusieurs métriques objectives de la QoE. La validation de ces méthodes se fait par une comparaison de ses notes à celles recueillies lors des tests subjectifs. Cette comparaison est principalement établie à l'aide du coefficient de corrélation entre les notes objectives et les notes subjectives, MOS (*Mean Opinion Score*). Ce coefficient de corrélation doit être bien choisi afin de présenter de façon la plus réaliste possible la relation entre les métriques objectives et la perception de l'utilisateur (3).

5. Exemples des Plateformes d'Expérimentation Existants

Dans la littérature, plusieurs travaux de recherche ont été menés afin d'étudier l'impact d'un ou de plusieurs facteurs sur la QoE. Pour ce faire, il est toujours nécessaire de réaliser des expériences dans un environnement contrôlé pour construire une base (ou un échantillon) de données contenant les valeurs des facteurs influant la QoE ainsi que l'évaluation de la QoE par des sujets humains. C'est ce qu'on appelle « plateforme d'expérimentation ». Par la suite, nous décrivons les principales architectures de ces plateformes.

5.1 Plateforme de Khalil Laghari (33) (environnement contrôlé)

Pour étudier l'effet combiné de paramètres de QoS (la perte de paquets, la gigue, le délai et le débit binaire vidéo) et de type du contenu (football et conteneur vidéo) sur la QoE dans les réseaux sans fil, Laghari (33) a mené une étude subjective basée sur les recommandations de l'UIT-T (34), ainsi que la méthodologie d'évaluation qualitative sur la plateforme illustrée dans la figure suivante.

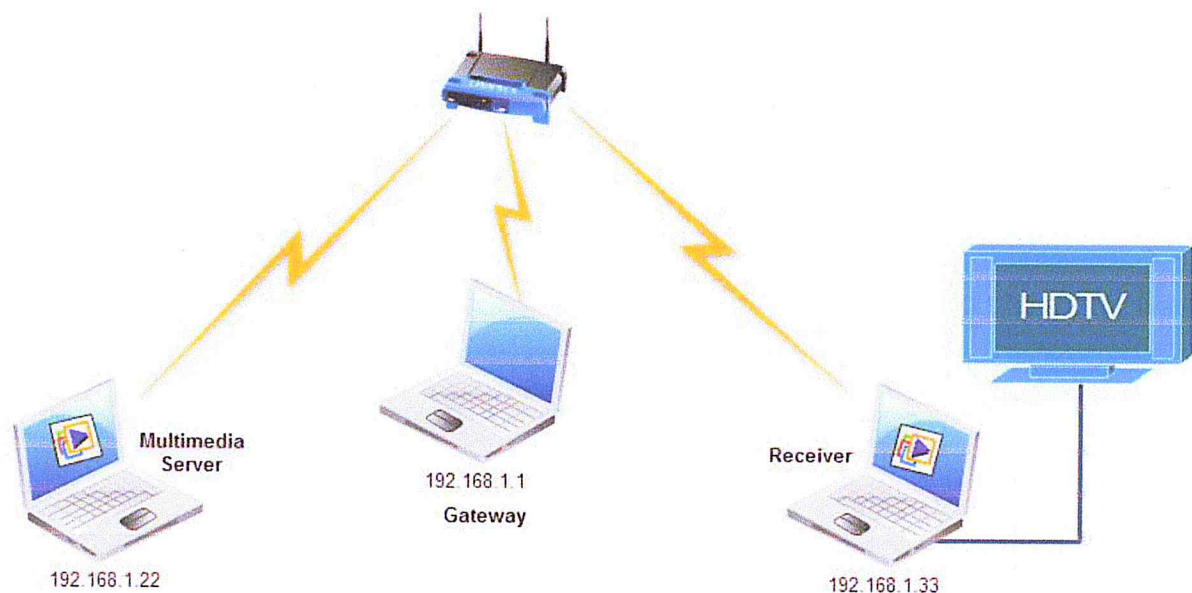


Figure 13 : architecture de l'expérience (33)

Cette plateforme est composée d'un réseau local privé avec 3 ordinateurs portables connectés à un routeur sans fil. L'un des ordinateurs portables a été utilisé comme un serveur du multimédia (multimédia server) et l'autre comme un client (receiver) qui reçoit les flux multimédia. Le troisième ordinateur a été utilisé en tant qu'une passerelle.

Chapitre 2 : La qualité d'expérience

La vidéo a été projetée sur un écran plat LCD via la sortie VGA de l'ordinateur portable du client. Le téléviseur est monté à l'aide d'un support mural à une hauteur de 3,5 mètres du sol. Les téléspectateurs de la vidéo se tenaient à une distance de 6 pieds de l'écran ayant un angle de vision de 70 degrés à 110 degrés. Le lecteur multimédia open source VLC Player (35) a été utilisé pour la diffusion de la vidéo et pour lire le contenu à la réception. Les deux ordinateurs portables sont équipés d'un système d'exploitation Windows tandis que l'ordinateur passerelle est équipé d'Ubuntu. Ubuntu a été utilisé pour simuler la variation des paramètres réseaux en utilisant «netem» (36) qui est intégré dans de nombreuses distributions Linux. Netem peut être utilisé pour émuler la fonctionnalité d'un réseau en perturbant différents paramètres. Ceci est particulièrement utile pour tester le comportement d'applications et de protocoles avant le déploiement réel. (33) a utilisé le même concept pour analyser les effets des conditions de réseau variant sur QoE en modifiant différents paramètres de réseau. Fondamentalement, il a créé une règle pour le planificateur de l'interface "wlan0" sans fil en ajoutant X ms de retard à chaque paquet. De même les valeurs de la gigue, de la perte de paquets et de la duplication ont également été déterminées.

Au total, deux clips vidéo ont été utilisés, un clip vidéo avec des mouvements rapide d'un match de football et une autre avec des mouvements plutôt lent. Tous les deux furent amenés de la source (37) à des fins d'expérimentation. Le taux de trame vidéo est de 30 images par seconde, la durée d'un teste a été fixé a 12 secondes. Le contenu vidéo a été codé avec le / MPEG-4 norme de codage vidéo H.264 et en streaming en utilisant le protocole UDP sur le réseau sans fil IEEE 802.11n.

L'expérience a été réalisé avec 24 sujets; parmi eux 6 étaient des femmes et 18 étaient sujets de sexe masculin âgés de 20 à 35 ans. Les sujets ont été fournis avec un questionnaire et ils ont été invités à fournir leurs informations de profil et leur avis après teste sur la qualité de la vidéo. La qualité vidéo est mesurée avec une échelle de 5 points d'intervalle des étiquettes à chaque extrémité comme par exemple la note 1 (Pire / Fortement insatisfait) à 5 (excellent / Fortement satisfaits). Une seule question a été posée aux utilisateurs pour recueillir leurs commentaires: «Comment percevez-vous la qualité de la vidéo? »

Les paramètres réseaux appliqués ainsi que les résultats obtenus sont résumé dans les tableaux suivants :

Exp No.	Packet Loss (PL) %	Packet Reorder (Pr) %	Delay (ms)	Video Bit Rate (VBR) Kbps
1 (Reference)	0	0	0	800
2	1	1	10	800
3	3	5	50	800
4	3	10	100	800
5	15	20	200	800
6	0	0	10	400
7	1	5	100	400
8	0	0	10	100
9	1	5	100	100

Tableau 4 : Paramètres du réseau (33)

Exp No.	Condition Attributes				Decision Attributes	
	PL %	PR%	D (Ms)	VBR (Kbps)	PVQ MOS \pm CI (Football)	PVQ MOS \pm CI (Container)
1	0	0	0	800	4.417 \pm 0.288	4.583 \pm 0.235
2	1	1	10	800	2.708 \pm 0.21	3.375 \pm 0.21
3	3	5	50	800	1.792 \pm 0.357	2.583 \pm 0.388
4	3	10	100	800	1.538 \pm 0.21	2.122 \pm 0.22
5	15	20	200	800	1.292 \pm 0.243	1.292 \pm 0.27
6	0	0	10	400	4.24 \pm 0.19	4.39 \pm 0.16
7	1	5	100	400	2.646 \pm 0.30	3.375 \pm 0.342
8	0	0	10	100	3.84 \pm 0.24	4.12 \pm 0.23
9	1	5	100	100	2.104 \pm 0.349	3.958 \pm 0.321

Tableau 5: résultats des testes (33)

5.2 Plateforme du BENYETTOU

De même, Benyettou (38) a travaillé avec une architecture similaire de Laghari. Le dispositif expérimental est constitué d'un serveur de streaming vidéo, d'un routeur wifi et de trois clients

Chapitre 2 : La qualité d'expérience

vidéo. Trois écrans d'affichage ont été sélectionnés pour lire la vidéo du côté client. Un émulateur réseau (*NETEM*) fait varier les paramètres réseau au niveau des 3 interfaces réseau du serveur. La figure 14 représente le schéma global de la plateforme:

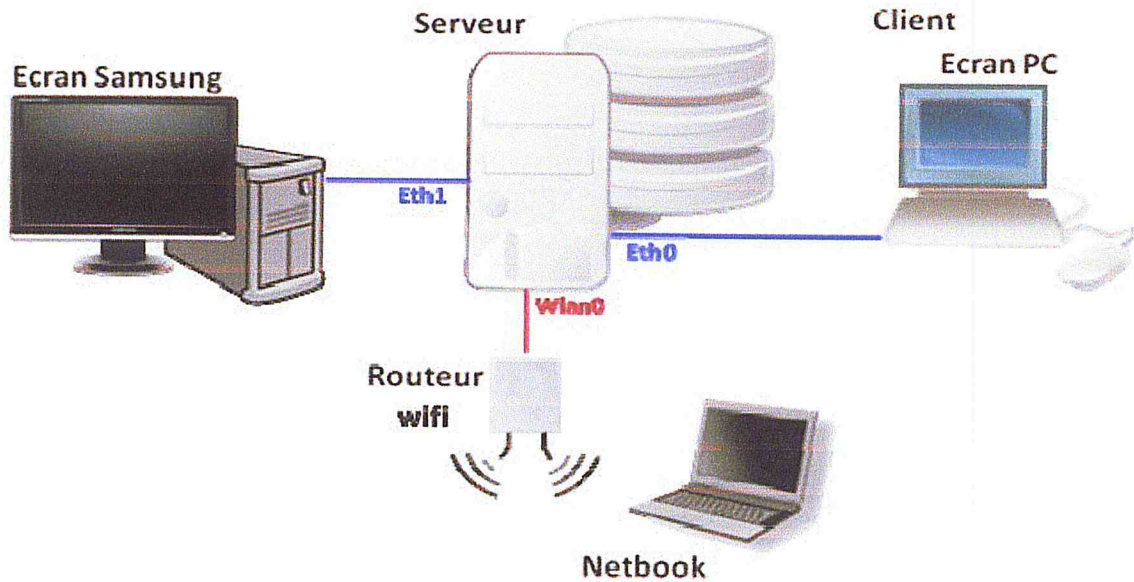


Figure 14: schéma de l'expérience (38)

L'expérience s'est faite sur trois vidéos choisies avec précaution : la première vidéo avec peu de mouvement, la deuxième avec mouvement moyen et la troisième avec mouvement rapide. Les séquences ont été découpées du même fichier source afin qu'elles disposent des mêmes propriétés comme la résolution le taux d'image par seconde et le type d'encodage.

Les paramètres affectant la QoE qui ont été choisies sont : les paramètres du codec, les paramètres du réseau et le type de contenu. Les paramètres du codec sont le taux d'images par seconde (FR : Frame Rate), et le débit de flux sortant de l'encodeur (SBR : bitrate sender). Les paramètres réseau choisis ont été la Bande passante (LBW) le taux de perte (PER : Packet error rate) et la gigue (jitter), De plus, un paramètre sur la complexité du mouvement des séquences est pris en compte : Peu de Mouvement, Mouvement Moyen et Mouvement Rapide. Les séquences vidéo ainsi que les paramètres choisis sont récapitulé dans le tableau suivant :

Chapitre 2 : La qualité d'expérience

Ecran	Séquences	SBR(kbps)	FR(fps)	LWB(mbps)	PER(%)	Jitter(ms)
Ecran Samsung, Ecran de PC, Netbook	vidéo1(P.M), vidéo2(M.M), vidéo3(M.R)	600, 800, 1000	10, 15, 30	1, 1.5, 2	0, 5, 10	0, 5, 10

Figure 15: combinaisons d'ensemble de données (38)

- En outre, un scénario expérimental a été étudié afin d'offrir des conditions identiques à tous les sujets. Les conditions d'observation ont été uniformes pour tous les sujets, par exemple : les séquences de tests, le matériel de présentation, la position assise, etc
- La réplication des séquences vidéo est requise par l'UIT-T P.911 (38) (24). Les mêmes séquences vidéo avec les mêmes paramètres sélectionnés ont été montrées aux sujets.
- L'ordre de présentation des séquences vidéo a été randomisé. En effet, si les sujets visionnent une quantité importante de séquences vidéo dégradées de score «médiocre», ensuite, dès qu'ils regardent une séquence de score «moyen», ils peuvent donner la note «bonne».

Le nombre de sujets recommandés par l'UIT-T (39) est de 4 à 40. Dans la pratique, un minimum de 15 à 18 de visionneurs non-experts devrait être utilisé. L'auteur a invité 29 personnes à réaliser le test subjectif. Tous les spectateurs étaient des étudiants de différentes disciplines âgées de 17 à 40 ans avec peu ou aucune expérience de ce type de tests. Chaque utilisateur a testé les 81 échantillons en utilisant la méthode ACR pour évaluer la qualité.

Les tests subjectifs sont composés de deux phases: la phase initiale (les instructions et la phase de formation) et des sessions de tests. Les sujets ont été sensibilisés sur l'importance du test et le sérieux demandé dans leur jugement. Une session de formation sur l'application a été incluse avant le test réel. Le but de cette session était d'expliquer pleinement ce qui est requis par les utilisateurs pour les familiariser à ce type de test. Les utilisateurs ont été assistés durant les premières séquences de tests, ensuite on les a laissés continuer seul dès qu'ils commençaient à se familiariser avec le test. La structure générale est illustrée dans la figure 16.

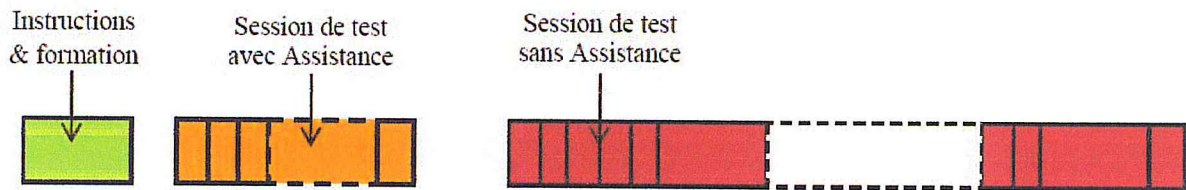


Figure 16 : structure général du teste subjectif (38)

5.3 Plateforme de Vasanthi Kilari et swetha.

Cette plateforme a été réalisée dans (40) afin de déterminer l'impact du délai et de la variation du délai (gigue) sur la perception de la qualité de la vidéo par des sujets humains.

Le dispositif expérimental est constitué d'un serveur VLC de streaming vidéo, un client VLC ou testeur et un émulateur de réseau « netem ». Le trafic entre le serveur et le client sont transmises à travers l'émulateur de réseau qui introduit un retard supplémentaire (délai). Le serveur et le client sont installés sur Windows tandis que le simulateur (netem) a été configuré avec le noyau Linux. La conception de la plateforme est présentée dans la figure 17.

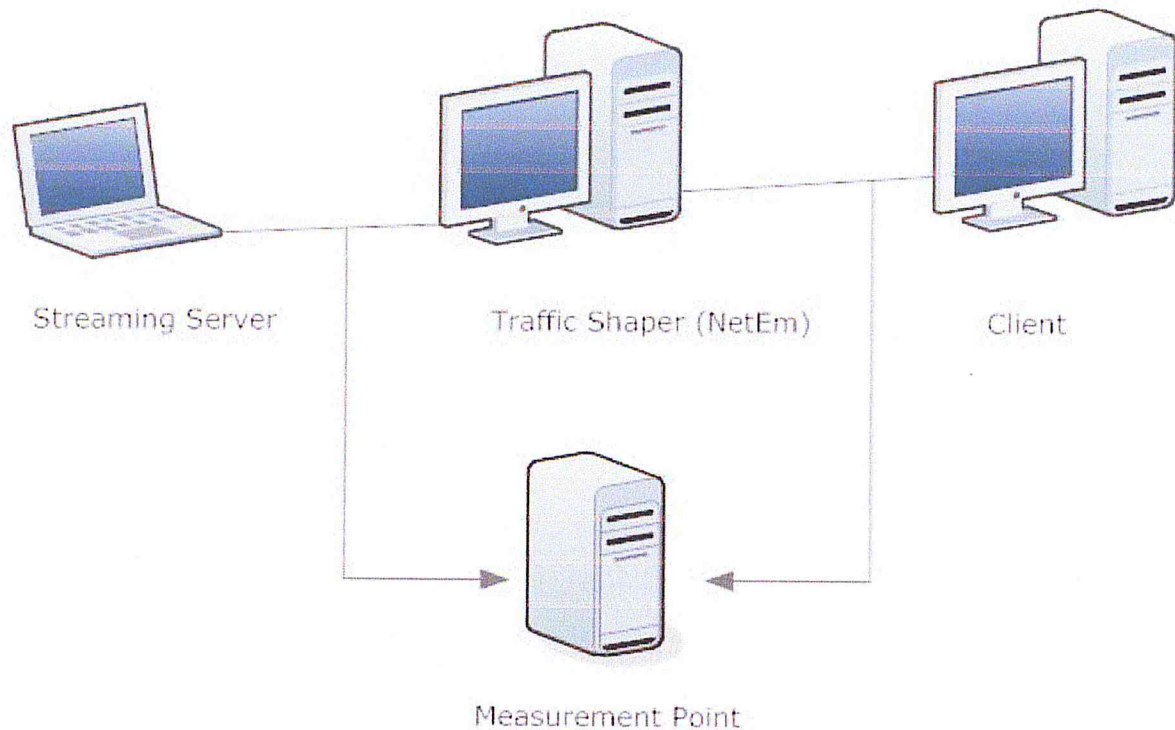


Figure 17: Architecture de la plateforme (40)

Un total de trois vidéos ont été utilisées durant l'expérience, la première est une vidéo d'un match de football américain avec une fréquence de mouvement assez élevé, la deuxième vidéo est un journal télévisé avec peu de mouvement, et la troisième vidéo est un reportage

sur un site de construction avec une fréquence de mouvement moyenne. La durée minimum d'une vidéo doit être 5 seconde, ainsi, la vidéo de football a une durée de 10 secondes, la vidéo du journal télévisé et celle du site de construction ont une durée de 12 secondes chacune. Des durées aussi courtes ont été choisies délibérément pour éviter qu'un testeur s'ennuie et donc la qualité de perception soit altérée.

Un total de 41 utilisateurs ont fait partie de l'expérience. Tous les spectateurs étaient des étudiants de différentes spécialités essentiellement du département des télécommunications et des logiciels. Sur les 41 utilisateurs, 11 téléspectateurs étaient des femmes et 30 étaient des hommes avec une tranche d'âge de 22 ans à 30. Un formulaire d'évaluation a été remis à chaque utilisateur, où il (elle) a été invité(e) à fournir des informations de profil: nom, sexe, âge et avis sur les vidéos représentés. Chaque utilisateur a été testé avec vingt-sept séquences vidéo, neuf de chaque catégorie.

Pour afficher la vidéo en streaming, les conditions d'observation étaient pour la plupart, conformément aux recommandations de l'UIT-R Rec. BT.5005 (26) et de l'UIT-T Rec. P.910 (7). A Chaque utilisateur a été attribué un PC et le contenu a été vu que par un seul utilisateur. Pour le test subjectif, les écrans LCD sont utilisés comme moniteurs, car les ordinateurs portables et les appareils mobiles d'aujourd'hui ont des écrans LCD.

Les utilisateurs ne connaissaient pas les réglages de délai évidemment sur les vidéos, ils ont été invités à évaluer en fonction de la qualité de la vidéo comme ils l'ont perçue. La vidéo d'origine a été affichée initialement suivie par d'autres séquences vidéo. Des précautions ont été prises pour que les vidéos ne soient pas lues dans l'ordre croissant ou décroissant des délais configuré. Chaque session a pris 15 minutes environ. Après avoir visionné chaque vidéo, on a demandé aux utilisateurs d'enregistrer leurs avis sur la qualité de la vidéo en utilisant l'échelle de linert ou MOS

5.4 Plateforme de Khalil Laghari (environnement réel)

Les plateformes décrites précédemment se déroulent dans un environnement de laboratoire où les paramètres QoS sont ainsi manipulés par un émulateur réseau et l'expérience ne s'étend que sur une population très réduite. Cependant, cette plateforme conçue par (33) se déroule dans un environnement réel sur internet, C'est une première dans le domaine des plateformes d'expérimentation vidéo. Cette plateforme est une tentative de

fournir un outil d'évaluation QoE de l'industrie et de la recherche, le projet est encore a ses débuts et est open source et sujet à des modifications et des améliorations constantes. Le programme a été nommé QoE pour les services Multimédia (QoM)

QoM ou QoE Framework for multimédia services en Anglais est conçu en modèle J2EE, ses principales composantes sont un administrateur, un serveur de streaming vidéo, une interface web pour les clients, une interface pour l'administrateur et une base de données QoE comme montré dans la figure 18.

Les capteurs de paquets ou sniffer sont déployé sur les deux coté du service c'est-à-dire coté serveur et coté client et un serveur VLC assure un service VOD aux clients à travers le navigateur web.

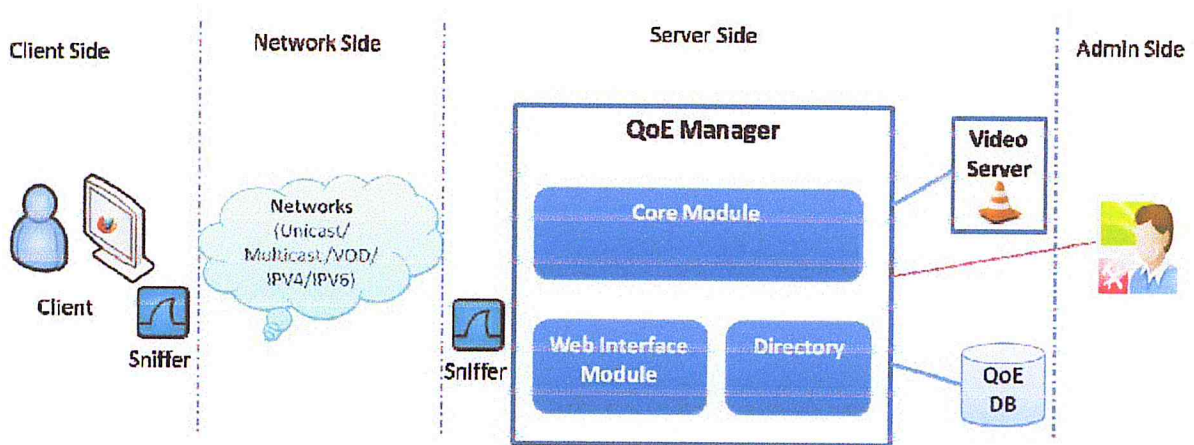


Figure 18 : architecture du QoM (33)

L'interface client Web est conçu pour faciliter aux utilisateurs de regarder des vidéos en ligne et de donner leurs notes QoE. Elle se compose d'informations du profil utilisateur (âge, sexe, profession, pays, et l'emplacement), de l'onglet note QoE (échelle quantitative de 5 points et des commentaires qualitatifs. et de section vidéo Partie de la vidéo de permettant de regarder n'importe quel contenu vidéo donné (par exemple, Nouvelles, Football, et Container) en utilisant l'une des deux résolutions (360x240 ou 640x480).

Le navigateur Firefox est recommandé pour cette version du QoM comme interface client. Cependant, l'interface client prend également en charge Google chrome. La machine côté client devrait avoir la dernière version de Firefox ou Google Chrome avec VLC plug-in en utilitaire. Comme l'interface client est basée sur navigateurs Web, il peut fonctionner sur n'importe quel système d'exploitation qui prend en charge Firefox et Google Chrome. De

plus, la machine cliente doit contenir un utilitaire Wireshark afin que le client puisse capturer de données concernant le trafic réseau. Chaque fois, un utilisateur souhaite regarder la vidéo, il / elle sera alloué une session aléatoire avec un nombre unique. Il doit insérer l'adresse IP du client avant de pouvoir exécuter un test vidéo.

Dans QoM, TShark est utilisé comme sniffer. C'est une version orientée terminal de Wireshark conçu pour la capture et l'affichage des paquets d'une interface utilisateur interactive (41). TShark permet de capturer en direct des paquets de données à partir d'un réseau, ou lire les paquets à partir d'un fichier de capture précédemment enregistré (42). Le sniffer côté client est utilisé pour renifler les données par paquets (UDP) transmis par le client et de serveur reçues. Les données saisies seront écrit dans un fichier dans le terminal du client, de sorte que, après la session de VoD, le terminal du client peut fournir des informations telles que le numéro de paquet reçu, le retard et la gigue. Le Sniffer au côté serveur sera déclenché au moment, lorsque l'utilisateur choisit de lancer la vidéo du test. Le Client a besoin de déclencher Wireshark manuellement et de le désactiver à la fin de sa session, alors que les renifleurs du côté de serveur démarreront automatiquement et il se désactive après qu'un certain temps soit écoulé par exemple (3 min). Deux processus Wireshark doivent être configurés avec le même paramètres de filtrage, tels que l'adresse IP du client, l'adresse IP de serveur, et le protocole UDP.

6. Tableau comparatif entre les plateformes

Plateforme	Description	environnement	Paramètres étudié
Khalil Laghari (2012)	Etudier l'effet combiné des paramètres QoS (la perte de paquet, la gigue, le délai et la variation du délai et le débit binaire vidéo)	Contrôlé	Taux de perte, Délai.
Lahouari Benyettou (2012)	Etudier l'effet de quelque paramètres QoS sur la QoE et proposer un model de corrélation QoS/QoE	Contrôlé	Bande passante, Taux de perte et la gigue
Vasanthi Kilari et swetha (2010)	déterminer l'impact du délai et de la variation du délai (gigue) sur la perception de la qualité de la vidéo par des sujets humains	Contrôlé	Gigue
Khalil Laghari (2012)	étudier l'effet combiné de paramètres de QoS dans un environnement réel sur internet	Réel	Tout les Paramètres QoS

6.1 Discussion

Les 4 plateformes exposé ci dessous ont toute pour but d'améliorer la qualité d'expérience des services de streaming vidéo, les différence d'approche ainsi que d'environnement de développement sont relativement grand, les paramètres QoS affectant la qualité d'expérience n'ont pas été totalement pris en compte dans les environnement contrôlé et seuls quelque uns ont été choisi avec des fichier vidéo limité et sans vraiment un processus de collecte d'information efficace et qui apporte des échantillons suffisant pour une études plus etandu.

La plateforme sur l'environnement réel exposé présente une vrai révolution dans le domaine et c'est l'un de nos objectif dans un futur proche, s'inspirer du travail déjà accompli et

proposer un modèle plus optimisé avec une collecte d'information plus complète touchant les informations techniques des fichiers vidéo ainsi que le matériel utilisé par le testeur sans oublier la globalité des paramètres QoS.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons défini la qualité d'expérience, exposé les différents modèles de métriques utilisés pour sa mesure. Nous avons exposés les principaux paramètres affectant la qualité d'expérience ainsi que les méthodes de mesure utilisées. Nous avons par la suite évoqué différents travaux qui ont été à la base de notre travail. Pour évaluer les effets combinés des paramètres de qualité de service et des caractéristiques de contenu sur la QoE que ce soit dans un environnement contrôlé ou réel.

Les travaux exposés sont pour la plupart des expériences réalisées dans un environnement contrôlé dans des laboratoires et montrent les effets des paramètres réseau simulés évoqués précédemment. L'étude sur l'environnement réel présentée ci-dessus est l'unique projet qui a été mis en route pour le moment. Le développement du Framework QoM constitue une solide base pour des travaux plus complets. Les différents travaux mettent en avant les outils qu'on a utilisés pour la conception et l'implémentation de notre plateforme qui sera détaillée au cours du chapitre suivant.

Partie II : Conception et Implémentation

Chapitre 3 : Etude conceptuelle et collecte d'informations

1. Introduction

La réalisation de la plateforme doit être impérativement précédée d'une méthodologie d'analyse et de conception qui a pour objectif de permettre de formaliser les étapes préliminaires de son développement afin de rendre ce travail plus fidèle aux besoins de l'utilisateur, Une description générale des différentes fonctions de la plateforme s'impose en tout début de chapitre. Il sera question d'exposer les diverses fonctionnalités dans les deux environnements traités, local pour commencer et dans l'environnement réel. Par la suite, l'étude va s'étendre sur chaque fonctionnalité en détail et ce avec les architectures respectives ainsi que les diagrammes de modélisation en utilisant le langage UML. Enfin, on expliquera dans le détail la phase la plus importante du travail qui est le processus de collecte d'information.

2. Fonctionnalités de la plateforme

L'objectif de notre travail consiste à concevoir une plateforme d'expérimentation pour évaluer la QoE des utilisateurs des services de streaming vidéo. Cette plateforme permet aux chercheurs de mener des expériences dans lesquelles un certain nombre de personnes, que nous appellerons aussi des testeurs ou des clients, seront amenés à utiliser un service streaming de vidéo. Ils leur seront demandés ensuite de donner une note mesurant leur niveau de satisfaction concernant l'utilisation du service. En arrière-plan, plusieurs facteurs pouvant influencé le jugement des testeurs seront collectées comme les paramètres de QoS, les caractéristiques de vidéo, etc... En générant une base de données avec les résultats récoltés, notre plateforme permettra aux chercheurs d'analyser et d'étudier les modèles de prédiction de la QoE.

En résumé, notre plateforme permettra :

- Configurer un test en fixant sa durée, en choisissant la vidéo, et/ou en définissant les paramètres QoS du réseau
- Exécuter un test en établissant une transmission entre un client et un serveur streaming via un réseau de communication. Ce réseau peut être :
 - Local où on parle d'environnement contrôlé qui consiste principalement en des expériences de laboratoire.
 - Etendu où on parle d'environnement réel dans lequel le serveur se trouve à distant et la communication se fait à travers d'Internet.
- Collecter les informations suivantes : le profil du testeur, les paramètres de QoS, les caractéristiques de vidéo, les caractéristiques du terminal et la note QoE de l'utilisateur.
- Enregistrer les informations collectées dans une base de données afin de l'exploiter ultérieurement.

3. Architecture Proposée pour la Plateforme

Comme mentionné précédemment, notre plateforme doit fonctionner en deux environnements différents : contrôlé et réel. Dans le premier environnement (figure 19), les clients sont connectés à un serveur local via un réseau local qui est contrôlé par un administrateur. Par contre, dans un environnement réel (figure 20), les clients sont connectés à un serveur distant via Internet, les paramètres du réseau ne sont plus contrôlables mais mesurable. Dans le tableau 6, nous récapitulons la différence entre ces deux types d'environnement.

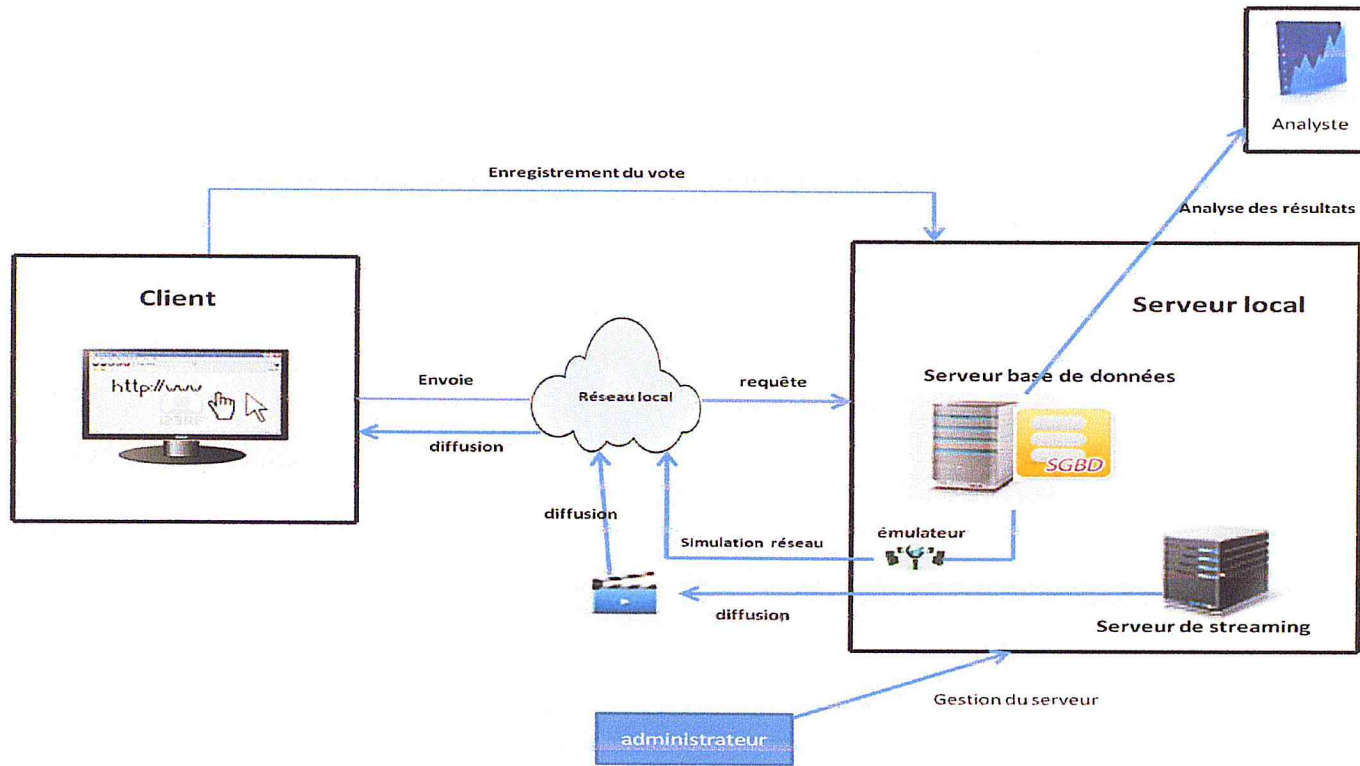


Figure 19 : Architecture d'un environnement contrôlé

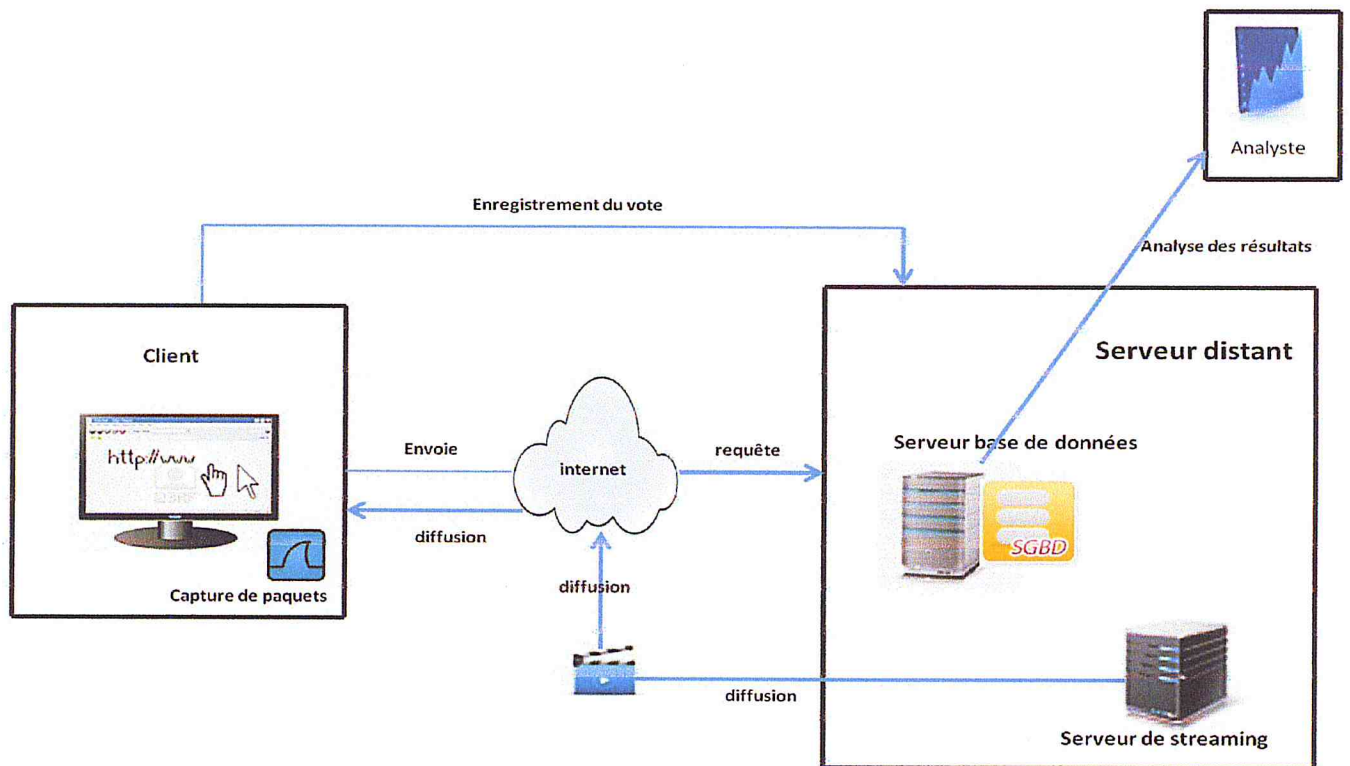


Figure 20 : Architecture de la plateforme en environnement réel

Chapitre 3 : Etude conceptuelle et collecte d'informations

Le tableau suivant représente une comparaison entre les deux environnements de travail proposés par la plateforme :

Environnement contrôlé	Environnement réel
Les paramètres réseau peuvent être contrôlés à l'aide d'un émulateur réseau.	Les paramètres du réseau ne peuvent être contrôlés vu que le réseau est ouvert (Internet). Par ailleurs, ils peuvent être mesurés à l'aide d'outil de capture de paquets.
Le coût d'installation de cette plateforme est quasiment gratuit du fait que le serveur peut être une machine comme celles des utilisateurs et donc pas de coût d'hébergement des données.	Le coût relatif à l'hébergement de la base de données contenant les informations des clients est plus élevé.
L'étude faite sur ce genre d'environnement reste incomplète dû au fait qu'il ya d'un côté peu de participants et ce dans une zone géographique restreinte et petite.	Les résultats fournis par ce genre d'études peuvent s'ils sont bien exploités être d'une aide précieuse

Tableau 6: L'environnement contrôlé vs l'environnement réel

Par ailleurs, notre plateforme est composée des éléments suivants (Figure 19 et 20):

- Une architecture client-serveur avec
 - Un client vidéo (appelé également testeur) et un serveur streaming vidéo.
 - Un chercheur (que nous appelle analyste) et un serveur de base de données.
- Un émulateur réseau pour produire un réseau réel dans un environnement laboratoire ou contrôlé.
- Un logiciel de capture de paquets pour mesurer les paramètres de QoS dans un environnement réel.
- Des interfaces graphiques pour interagir avec le testeur, l'administrateur et l'analyste.

Dans ce qui suit, nous donnons une brève description des acteurs qui participent dans notre plateforme.

3.1 Les acteurs

Un acteur représente un rôle joué par une entité externe (utilisation humaine, dispositif matériel ou autre système) qui interagit directement avec le système étudié. Il peut consulter et/ou modifier directement l'état du système, en émettant et/ou en recevant des messages susceptibles d'être porteurs de données

Dans notre plateforme, nous pouvons distinguer les acteurs (rôles) suivants :

- **Testeur** : peut représenter un individu normal quelque soit son sexe mais de préférence d'une tranche d'âge un peu mure c'est-à-dire adulte de préférence entre 17 et 70 ans pour que la perception soit pertinente.
- **Administrateur** : est un technicien qui gère toute les fonctions de la plateforme, il possède des privilèges propre à son statut tel que la gestion des vidéos dans l'environnement contrôlé, la configuration des tests et la configuration du réseau local.
- **Analyste** : est un chercheur scientifique qui s'intéresse aux résultats récoltés afin de les interpréter et de trouver des modèles de prédiction de la QoE

4. Les informations collectées

Le processus de collecte d'information est constituée d'une multitude de fonctions réparties sur chaque étape de l'utilisation de l'application de l'inscription et les informations concernant les testeurs au caractéristiques des vidéos et des terminaux en cours d'exploitation jusqu'aux résultats c.à.d. la notation.

4.1 Le profil du testeur

Plusieurs facteurs liés au testeur, ses préférences et son environnement peuvent influencer la QoE. Dans notre plateforme, nous nous intéressons aux paramètres suivants Dans notre plateforme, nous nous intéressons aux paramètres suivants :

- **Age** : se traduit pas la date de naissance de l'utilisateur, l'inscription peut être limité à un certaine tranche d'âge pour les besoin de l'étude menée.
- **Sexe** : pour un motif de goût en terme d'audiovisuel.
- **Questionnaire** : c'est le facteur psychologique de l'étude constitué d'une série de questions de base sur les choix et les gouts des utilisateurs en terme de visionnage vidéo qui peuvent varier selon différents critère comme l'âge ou le sexe de l'individu, le degrés d'exigence en terme de qualité d'image peut être un facteur non négligeable vis-à-vis de la perception et donc la qualité d'expérience et le questionnaire en question pourra nous permettre de dresser un profil plus au moins psychologique du testeur et voici les paramètres affectant la perception du testeur se fourni par le questionnaire :
- La fréquence d'utilisation de plateforme de streaming.
- Facilité d'accès à la plateforme.
- Capacité cognitive de l'utilisateur (handicape, incapacité etc. ...)
- Degrés de tolérance d'une qualité d'image minimale d'un utilisateur.

- Débit de connexion internet que possède un utilisateur dans le cas d'un environnement réel.
- contexte de vidéo préféré (sportive, diaporama, cinéma etc ...)
- l'influence de l'entourage (présence humaine autour) sur la qualité de perception.

4.2 Caractéristiques de la Machine

C'est l'ordinateur personnel (pc) sur lequel l'utilisateur effectuera les tests, les paramètres collectés nous permettront d'authentifier les machines connectées à notre plateforme ainsi que les différentes caractéristiques propre à chaque machine comme la résolution d'écran et les puissances des processeurs qui jouent un rôle principale dans la perception d'une vidéo .

- **Résolution et taille de l'écran :** Où appelée La définition d'écran est le nombre de points ou pixels que peut afficher une carte graphique sur un écran. La définition est le produit du nombre de points selon l'horizontale par le nombre de points selon la verticale de l'affichage. Pour utiliser une définition donnée, il faut que la carte graphique de la machine soit capable de générer le signal vidéo, et que l'écran soit capable de l'afficher. La taille de l'écran et son pas_de_perçage (pitch) définissent la définition maximale que l'on peut atteindre sans perte de qualité en ce qui concerne l'image ce qui peut influencer la QoE.
- **Type et puissance du processeur :** Le processeur (ou CPU de l'anglais Central Processing Unit, « Unité centrale de traitement »)et le composant de l'ordinateur qui exécute les instructions machine des programmes informatiques.la puissance d'un processeur est dans le nombre d'instructions qu'il peut exécuter dans une durée donnée et ça varie d'une machine à l'autre . Le nombre de programme exécuté en même temps peut très bien ralentir le bon fonctionnement de certain programme tel que la lecture d'un flux vidéo en directe sur Internet et ce dans le cas d'un processeur qui n'est pas très puissant qui pourra générer des blocages de séquence et ainsi grandement influencer la perception du testeur.
- **Capacité graphique :** ou bien puissance de la carte graphique. La carte graphique envoie à l'écran des images stockées dans sa mémoire, à une fréquence et dans un format qui dépendent d'une part de l'écran branché et du port sur lequel il est branché (grâce au *Plug and Play*) et de sa configuration interne d'autre part.

4.3 Caractéristiques de la Vidéo

La vidéo est au centre de notre travail de recherche, ses caractéristiques ainsi que l'environnement dans lequel elle sera diffusée et le périphérique sur lequel elle sera visionnée détermine le niveau de perception par les sujets humains qui seront invités à participer à notre expérience.

- **L'identifiant** : Identifiant unique de la vidéo
- **Le nom de la vidéo** : son titre qui donne une information sur le contenu de la vidéo avant le visionnage.
- **Le bitrate** : décrit la façon dont la piste vidéo ou audio est encodée. Un constant « bitrate » signifie en fait que cette piste vidéo et/ou audio utilise le même montant d'espace disque pour chaque seconde.
- **Largeur et hauteur de trame** : La trame est le résultat de décomposition d'une image vidéo en lignes paires et lignes impaires. Chaque image est constituée ainsi de deux trames : une trame qui reproduit les lignes impaires et une deuxième les lignes paires. La décomposition de l'image vidéo en deux trames ou entrelacement est une technique utilisée afin d'éviter l'effet de papillonnement de l'image sur un écran à faible fréquence de balayage
- **Image rate** : c'est la Fréquence de mouvement des images

4.4 Paramètres de la qualité de service (QoS)

Les paramètres de la QoS reflètent l'état du réseau et son impact direct sur la QoE. La dégradation de chaque paramètre réseau conduit à la dégradation de la qualité du streaming vidéo, nous citons les plus importantes :

- **Le taux de perte de paquet** : est le pourcentage de paquets perdus lors de la transmission de données. Le taux est une moyenne de toutes les mesures effectuées au cours d'une période donnée. Il s'agit d'un critère de qualité de services d'un réseau.
- **La gigue** : est la différence de délai de transmission de bout en bout entre des paquets choisis dans un même flux de paquets, sans prendre en compte les paquets éventuellement perdus
- **La bande passante** : désigne le débit binaire maximal d'un canal de communication.
- **La Latence** : désigne le temps nécessaire à un paquet de données pour passer de la source à la destination.

Dans la littérature, plusieurs travaux s'intéressent à l'impact individuel ou collectif de ces paramètres de QoS sur la QoE. Pour plus de détails (43) (44) , donne un état de l'art sur les modèles de corrélation QoE-QoS.

5. Etude conceptuelle

La conception de l'application doit obligatoirement passer par une méthodologie en commençant par l'identification du besoin c.à.d. les fonctionnalités ou les cas d'utilisation du système à travers le diagramme (use case) du langage UML. Par la suite, les différentes interactions entre acteur et system seront détaillé d'un point de vue temporel chronologique en s'appuyant sur les diagrammes de séquence.

Les entités du système et les interfaces de l'application seront détaillés dans le diagramme de classe ainsi que les relations entre elles. Enfin, la phase collecte d'information sera expliquée et détaillé par un diagramme de séquence.

5.1 Expression des besoins

La phase d'expression du besoin permet de déterminer la nature du besoin de manière qualitative et quantitative, de définir clairement à qui s'adresse le produit et à quel besoin il doit répondre.

5.1.1 Capture des besoins

L'objectif de la capture des besoins consiste à déterminer ce que le système doit faire. Ces besoins sont formalisés par un modèle de cas d'utilisation représenté par des acteurs et des cas d'utilisation.

a. Les besoins fonctionnels

- Chaque testeur doit s'inscrire en remplissant un formulaire d'inscription. Ainsi, une procédure d'identification est nécessaire pour chaque utilisateur pour pouvoir exécuter un test.
- Chaque testeur pourra consulter son profil utilisateur et ainsi pouvoir le modifier en cas d'éventuelles erreurs de saisi d'information lors de l'inscription non détectés par le programme.
- Chaque testeur doit avoir la possibilité de choisir une vidéo à la fois pour effectuer un teste voir plusieurs dessus.

- A la fin d'un teste l'utilisateur est amené à évaluer son expérience à l'aide de l'échelle de notation proposé par notre plateforme.

b. Les besoins techniques

Les besoins techniques exprimés par les utilisateurs ont été classés en deux catégories à savoir :

- L'aspect sécurité :

La sécurisation d'une plateforme web est aussi un équilibre délicat entre la facilité d'utilisation (ou utilisabilité) et la mise en œuvre de mesures de contrôle. Notre plateforme a l'avantage de combiner entre ces paramètres pour offrir à l'utilisateur tout le confort nécessaire lors de son utilisation, les mots de passe ne seront validés qu'après vérification de contenu c'est à dire chiffres et lettres ensemble et d'une certaine taille ce qui rendra la tâche difficile à un attaquant d'intercepter un mot de passe, la validation de l'inscription se fera par l'insertion d'un code visible à l'écran pour éviter les attaques à l'aide de robots d'essais.

- **L'aspect design :** Le design est un aspect essentiel d'une plateforme web. Il véhicule d'emblée l'image du travail accompli par une société ou un particulier. Notre objectif est de créer pour l'utilisateur un thème graphique sur mesure qui d'une part facilite la navigation sur la plateforme, et d'autre part rend notre espace web attractif et ergonomique.

5.2 Modèle des cas d'utilisation

Un cas d'utilisation (Use Cases) est un diagramme qui modélise une interaction entre le système informatique à développer et un utilisateur ou acteur interagissant avec le système. Dans notre plateforme, nous distinguons l'ensemble des cas d'utilisation suivant :

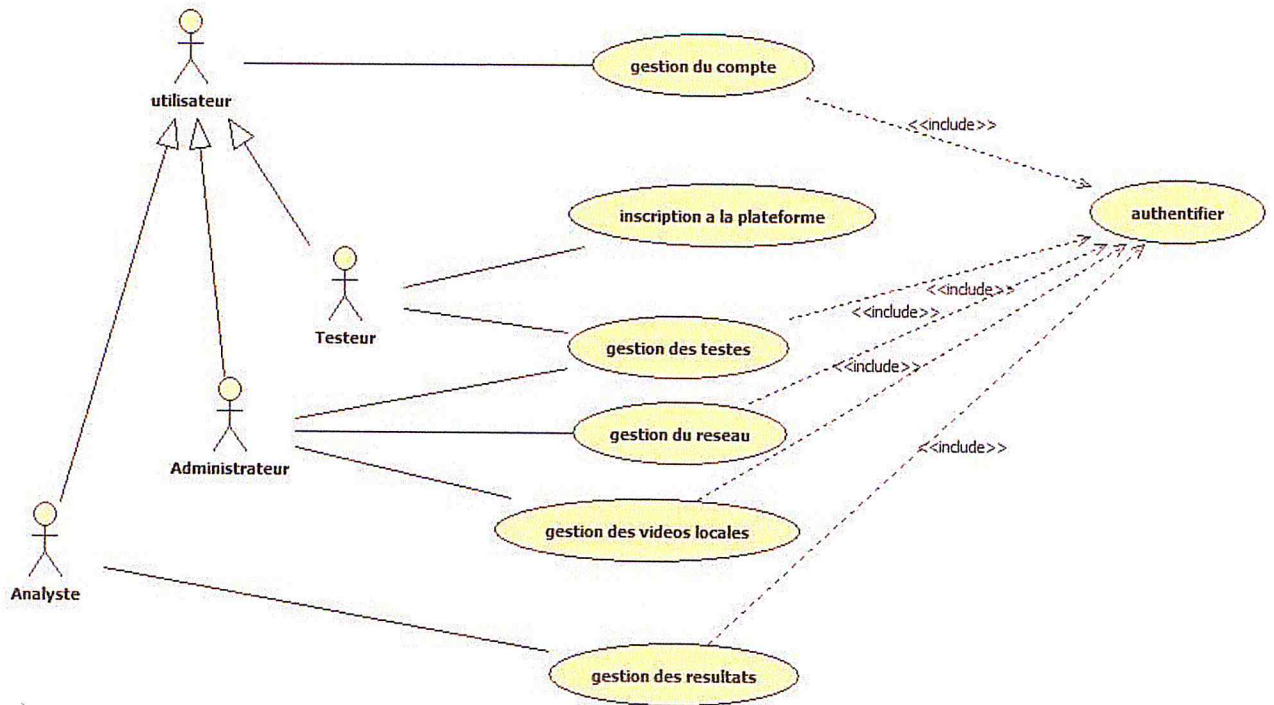


Figure 21: diagramme de cas d'utilisation général

Cas d'utilisation	Acteurs	Description
Inscription au portail	Testeur	chaque testeur a le droit de s'inscrire à la plateforme.
Gestion du compte	Utilisateur	modifier les informations de son compte et se déconnecter.
Gestion du réseau	Administrateur	Créer et supprimer un fichier de configuration réseau
Gestion des vidéos Locales	Administrateur	Ajouter et supprimer une vidéo dans le serveur local.
Gestion des tests	Administrateur Testeur	Administrateur peut créer un nouveau type du test et modifier ses paramètres. Testeur exécute un type du test crée
Gestion des résultats	Analyste	Consulter et exporter les résultats des tests

Authentification	Utilisateur	<p>L'authentification est obligatoire pour pouvoir accéder à leur espace personnelle.</p> <p>Notons ici, que l'authentification a été précédée au préalable par une inscription.</p>
------------------	-------------	--

Tableau 7: Description du Diagramme de cas d'utilisation « Général ».

5.3 Gestion d'administration

Cette partie est faite pour l'espace de gestion des administrateurs et leurs fonctionnalités dans un environnement contrôlé. Elle comprend :

5.3.1 Gestion des testes

Elle permet à l'administrateur de gérer le déroulement du teste et au testeur d'exécuter les tests.

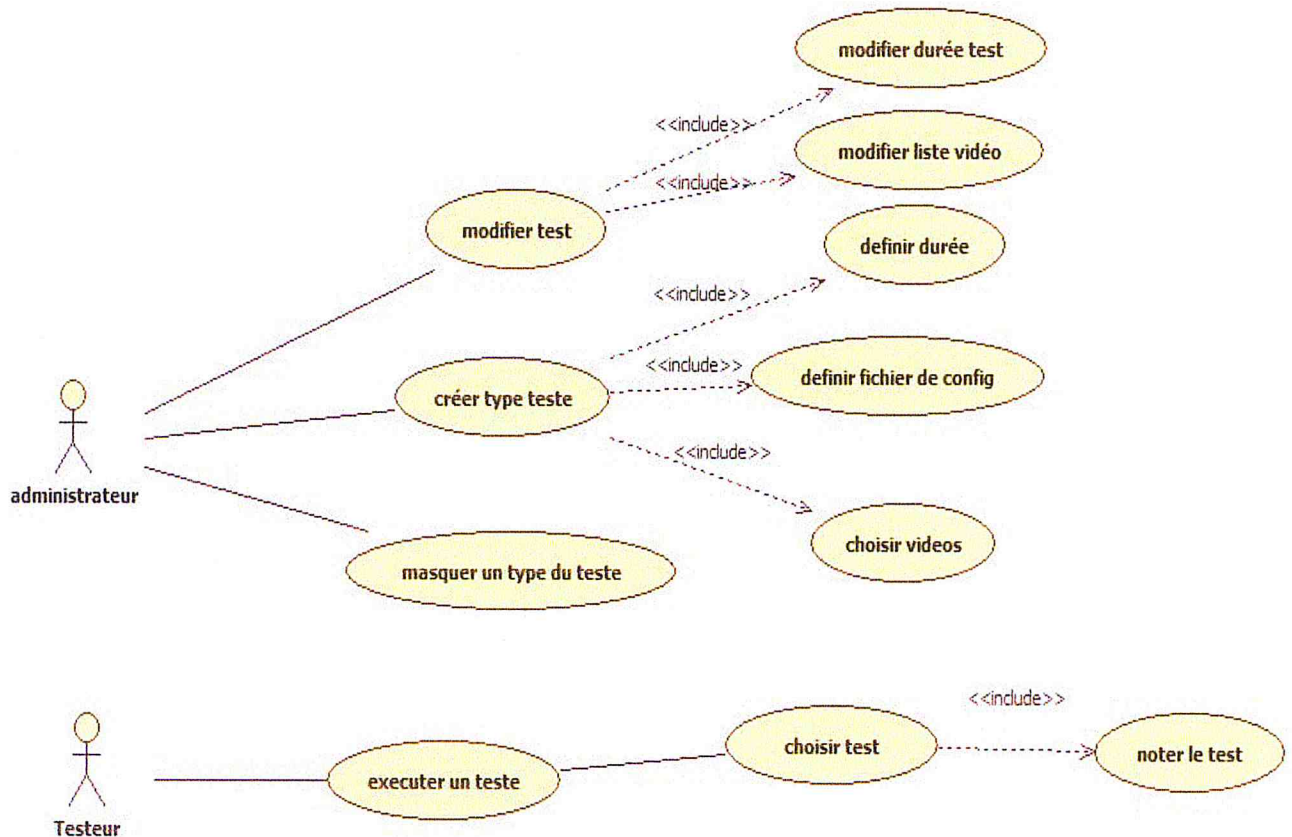


Figure 22 : diagramme de cas d'utilisation de la gestion des teste

Cas d'utilisation	acteur	Description du cas d'utilisation
Créer un nouveau type du test	Administrateur	Créer un nouveau type du test en définissant sa durée, son fichier de configuration et la liste des vidéos à visionner
Masquer un type du test	Administrateur	Masquer un type test. Le testeur ne peut plus effectuer un type du test masqué
Exécuter un test	Testeur	Exécuter un test
Fixer la durée	Administrateur	Fixer la durée d'un test
Sélectionner les vidéos	Administrateur	Sélectionner une ou plusieurs vidéos qui participent au test
Masquer une vidéo	Administrateur	Masquer une vidéo du test. Le testeur ne peut plus visionner une vidéo masquée
Sélectionner un fichier de configuration	Administrateur	Sélectionner un fichier de configuration réseau
Modifier type test	Administrateur	Modifier la liste des vidéos et la durée du test

Tableau 8: description du cas d'utilisation de la Gestion des tests

5.4 Diagramme de séquence

Le diagramme de séquences permet de cacher les interactions d'objets dans le cadre d'un scénario d'un Diagramme des cas d'utilisation. Dans un souci de simplification, on représente l'acteur principal à gauche du diagramme, et les acteurs secondaires éventuels à droite du système. Le but étant de décrire comment se déroulent les actions entre les acteurs ou objets.

5.4.1 Diagramme de séquence de la fonction d'inscription

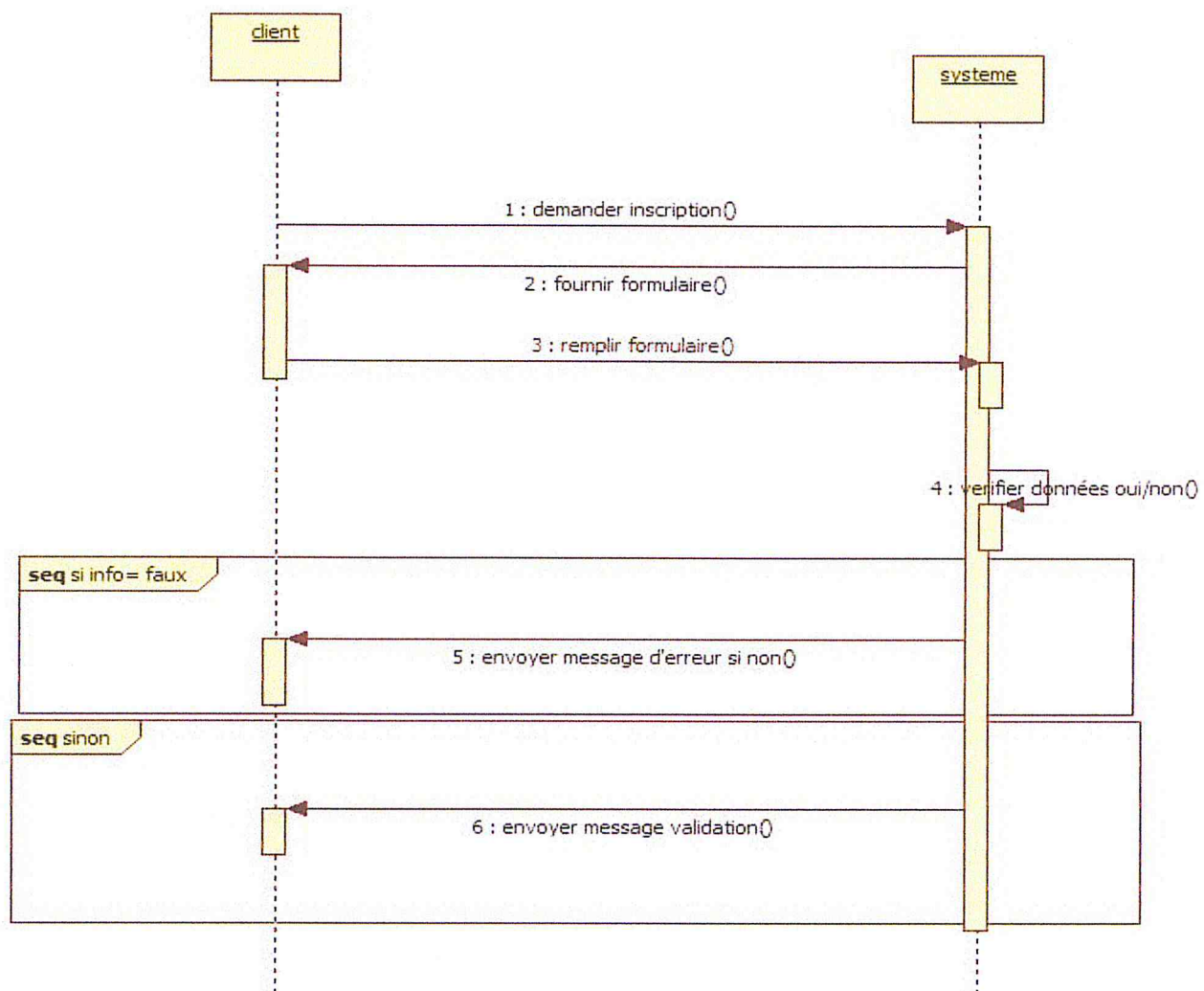


Figure 23 : diagramme de séquence du cas d'utilisation inscription

5.4.2 Diagramme de séquence de la fonction authentification

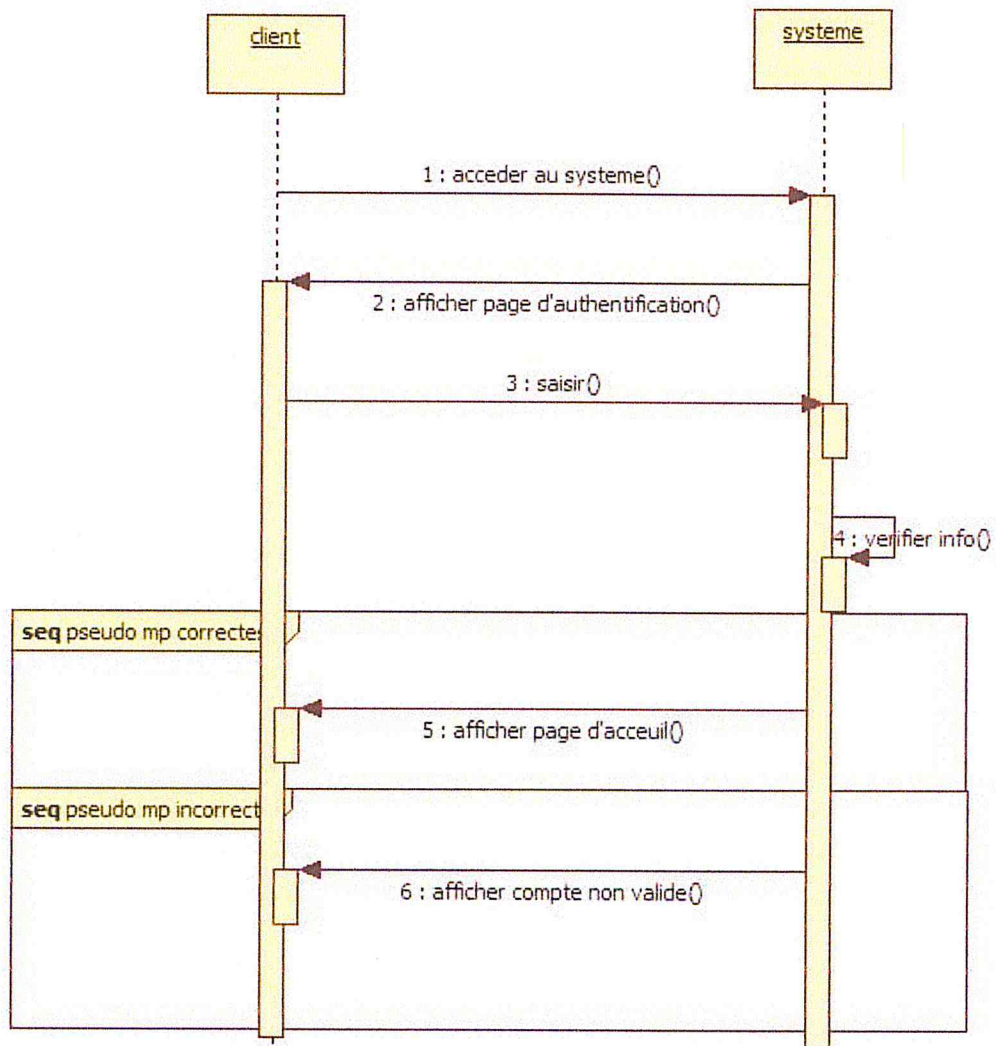


Figure 24 : Diagramme de séquence du cas d'utilisation connexion

5.4.3 Diagramme de séquence du déroulement et achèvement d'un teste

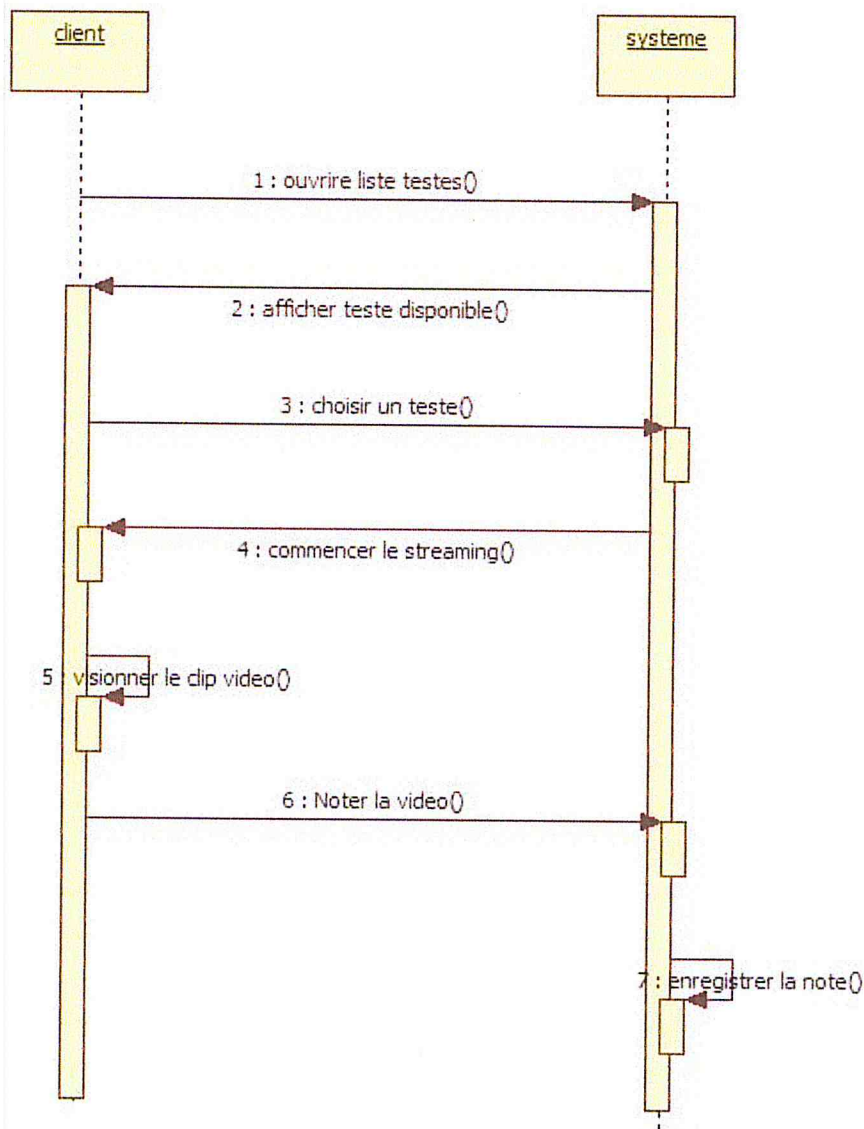


Figure 25: diagramme de séquence déroulement et achèvement d'un teste

5.5 Diagramme de Classe

Le diagramme de classe décrit la structure interne du système, les entités ou classes y sont identifiées ainsi que leurs propriétés et les méthodes associées à chacune. Les relations entre ces entités y sont aussi décrites.

Dans notre base de données, nous distinguons les classes suivantes :

Chapitre 3 : Etude conceptuelle et collecte d'informations

Nom	Description
Utilisateur	Contient toutes les informations que fournit utilisateur lors de son inscription à la plateforme : c'est à dire son pseudonyme, son mot de passe son âge, sexe ainsi que les réponses au questionnaire.
Compte	Contient les informations du compte : pseudo, mot de passe, avatar
Machine	Contient les informations d'une machine : sa résolution d'écran, puissance de son processeur, la charge mémoire et le navigateur avec lequel il effectue le teste.
Test	Contient les informations du test : son identifiant, sa date ainsi que les paramètres QoS affectant le teste et la note.
Vidéos	Contient les informations de vidéo : le nom de la vidéo, sa durée, le débit, la largeur et hauteur de trame, taux d'image par seconde et la résolution.
Type teste	Contient l'information sur un type de teste, sa durée, sa catégorie, son nom aussi.

Tableau 9: Définition des tables

La relation entre ces classes est décrite par les règles de gestion suivante :

- Un compte peut être possédé par un et un seul utilisateur et un utilisateur ne peut posséder qu'un seul compte.
- Un testeur peut posséder plusieurs machines et une machine peut être possédée par plusieurs utilisateurs.
- Un utilisateur peut effectuer qu'un seul teste à la fois et un teste peut être effectué par plusieurs utilisateur en même temps.
- Un teste peut être effectué sur plusieurs machine en même temps et une machine ne peut effectuer qu'un seul teste à la fois.
- Un teste peut être effectué sur plusieurs vidéos en même temps et une vidéo peut subir plusieurs teste en même temps.
- Un testeur peut effectuer un et un seul teste à la fois sur une et une seule machine et une et une seule vidéo
- Une machine peut participer à plusieurs tests.
- Un teste peut s'effectuer sur plusieurs vidéos.
- Une vidéos peut subir plusieurs testes.

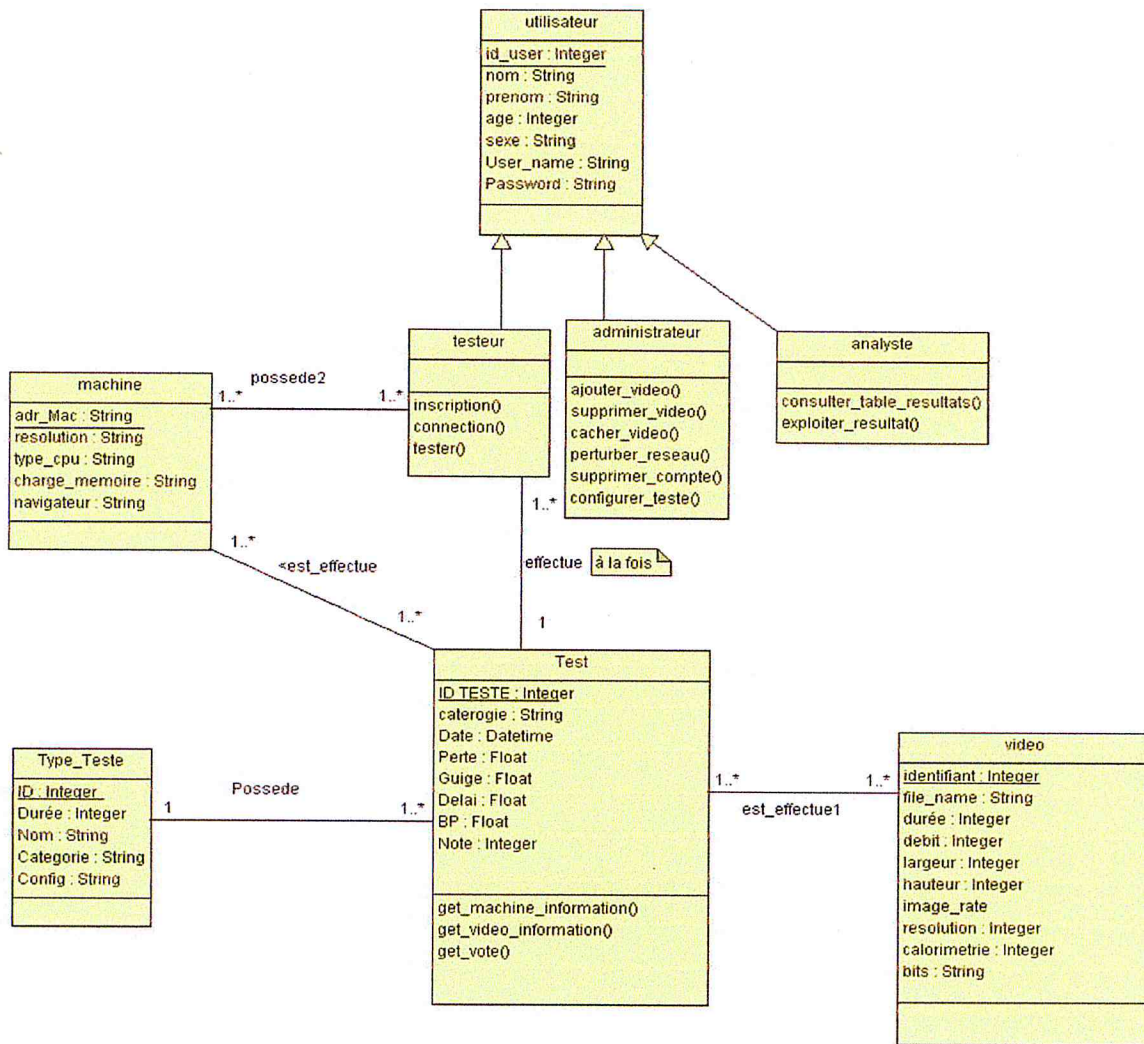


Figure 26 : diagramme de classe de la plateforme

5.5.1 Description des classes

Classe	attribut	type	désignation	Méthodes
compte	User_name	VARCHAR	Nom d'utilisateur	
	password	VARCHAR	Mot de passe	

Chapitre 3 : Etude conceptuelle et collecte d'informations

utilisateur	Id_user nom prénom age sexe	INT VARCHAR VARCHAR DATE VARCHAR	Identifiant Nom de l'utilisateur Prénom de l'utilisateur Age de l'utilisateur Sexe de l'utilisateur	S'inscrire () Se connecter () Tester () Ajouter_video() Supprimer_video() Cacher_video() Perturber_reseau() Configurer_teste() Consulter_resultat() Exporter resultat()
vidéo	identifiant File_name durée débit largeur hauteur Image_rate résolution bits	INT VARCHAR VARCHAR FLOAT VARCHAR VARCHAR FLOAT VARCHAR VARCHAR	Identifiant de la vidéo Nom de la vidéo Durée de la vidéo Fréquence d'image par seconde Largeur de trame de la vidéo Largeur de trame de la vidéo Fréquence de mouvement des images Résolution d'image Taille de la vidéo	
machine	Adr_mac resolution Type_cpu Charge_memoire navigateur	VARCHAR VARCHAR VARCHAR VARCHAR VARCHAR	Adresse MAC de la machine Résolution d'écran. Type du processeur et sa puissance. Quantité de l'espace RAM Navigateur utilisé lors du test.	
Teste	Id_test Categorie Date Perte Gigue Délai BP Note	INT STRING DATE FLOAT FLOAT FLOAT FLOAT INTEGER	numéro séquentiel du teste Categorie teste (controlé, réel) . Date du teste. Perte de paquet. La gigue. Le délai (delay). Bande passante. Note du testeur	Get_machine_info() Get_video_info() Get_network_info() Get_vote()
Type_test	ID_TESTE Nom Durée Categorie	INT String INT String	Identifiant type teste Nom du teste Durée du teste Categorie du teste	

Tableau 10 : La description des classes

5.5.2 Passage au modèle relationnel

Les règles de passage au modèle relationnel sont :

- **Transformation des classes** : chaque classe du diagramme UML devient une relation, il faut choisir un attribut de la classe pouvant jouer le rôle de clé.
- **Transformation des associations** : Nous distinguons trois familles d'associations
 - **Association 1..** : il faut ajouter un attribut de type clé étrangère dans la relation fils de l'association. L'attribut porte le nom de la clé primaire de la relation père de l'association.
 - **Association *.* et n-aire et classes-association** : la classe-association devient une relation. La clé primaire de cette relation est la concaténation des identifiants des classes connectées à l'association.
 - **Association 1.. 1** : il faut ajouter un attribut de type clé étrangère dans la relation dérivée de la classe ayant la multiplicité minimale égale à un. L'attribut porte le nom de la clé primaire de la relation dérivée de la classe connectée à l'association. Si les deux multiplicités minimales sont à un, il est préférable de fusionner les deux classes en une seule

En appliquant ces règles de transformation d'un diagramme de classe vers un modèle relationnel, nous avons abouti au schéma relationnel suivant :

Utilisateur (id_user, nom, prénom, age, sexe, #user_name, #password)

Machine (adr_mac, resolution, type_cpu, charge mémoire, navigateur, #id_user)

Video (identifiant, file_name, durée, hauteur, largeur, débit, image_rate, calometrie, résolution, bits)

Type_teste (ID_TESTE, Nom, Durée, Catégorie)

Teste (id_teste, durée, Date, Catégorie, perte, gigue, delai, BP, #identifiant_user, #id_machine, #identifiant)

Est_Effectué1 (id_teste, identifiant)

Est_Effectué (id_teste, adr_mac)

La Table compte s'intègre à la table profil de l'utilisateur vu qu'un utilisateur ne peut posséder qu'un seul compte et qu'un compte ne peut être détenu que par un seul utilisateur.

5.6 Le processus de collecte d'informations

Le processus de collecte d'information se déroule le long de la période d'utilisation de la plateforme par le testeur (tableau 11) :

Chapitre 3 : Etude conceptuelle et collecte d'informations

- a. de l'inscription où les informations liées au profil du testeur sont enregistrées,
- b. à la connexion où seront collectées les informations sur les terminaux du testeur,
- c. à lancement du test où seront enregistrés les caractéristiques de la vidéo sélectionnée ainsi que les paramètres QoS (dans le cas d'environnement contrôlé).
- d. à la fin du test où la note QoE est enregistrée. Dans le cas de l'environnement réel, les paramètres QoS sont aussi enregistrés.

Information	Etape de collecte
Profil du testeur	Inscription
Caractéristiques de la vidéo	Ajout d'une vidéo par l'administrateur
Caractéristiques du terminal	Connexion (authentification)
Paramètres QoS	Contrôlé : Lancement d'un test Réel : Achèvement d'un test
QoE	Achèvement du teste

Tableau 11: Informations collectées à chaque étape

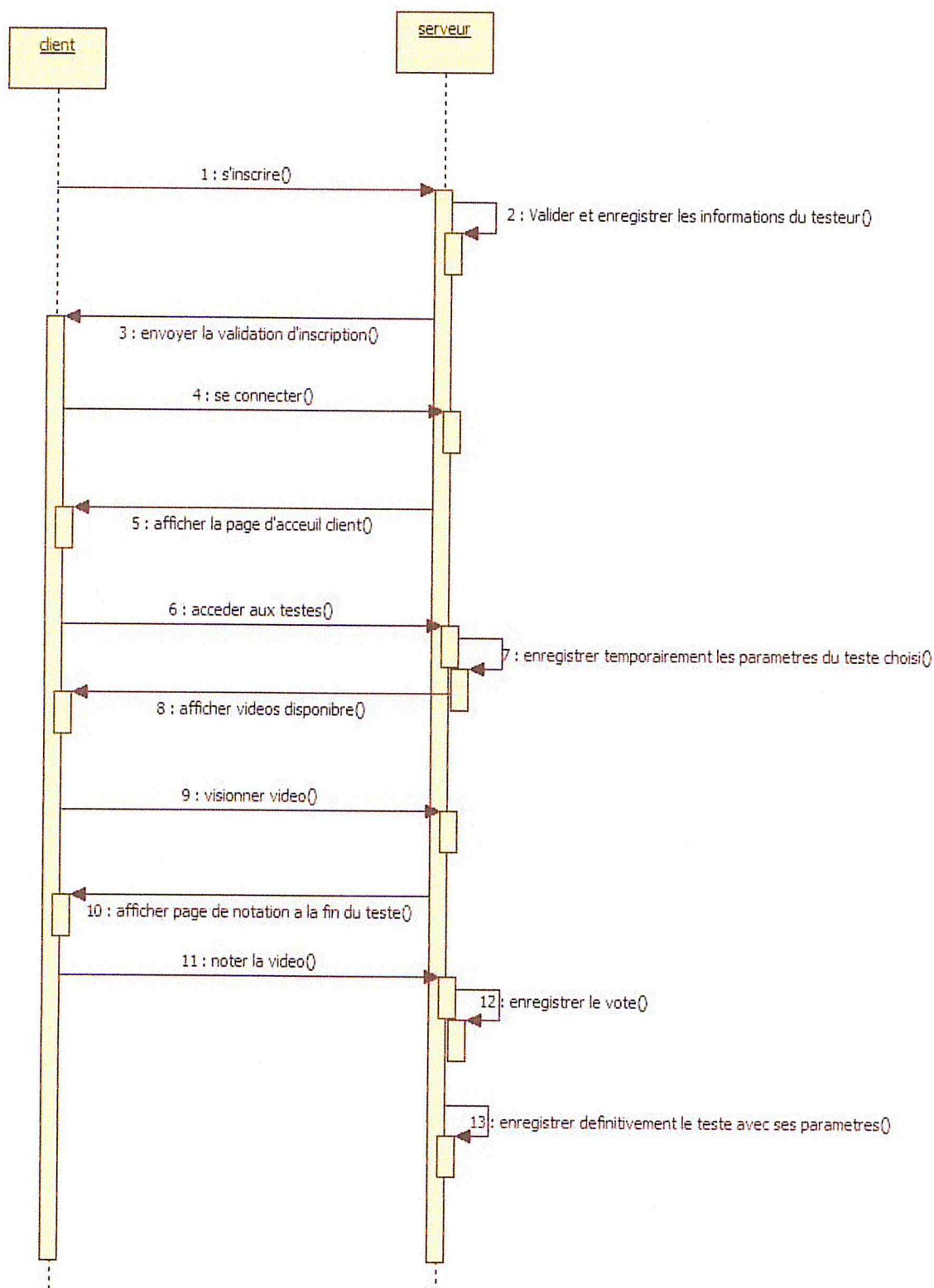


Figure 27 : processus de collecte d'information cas "environnement contrôlé"

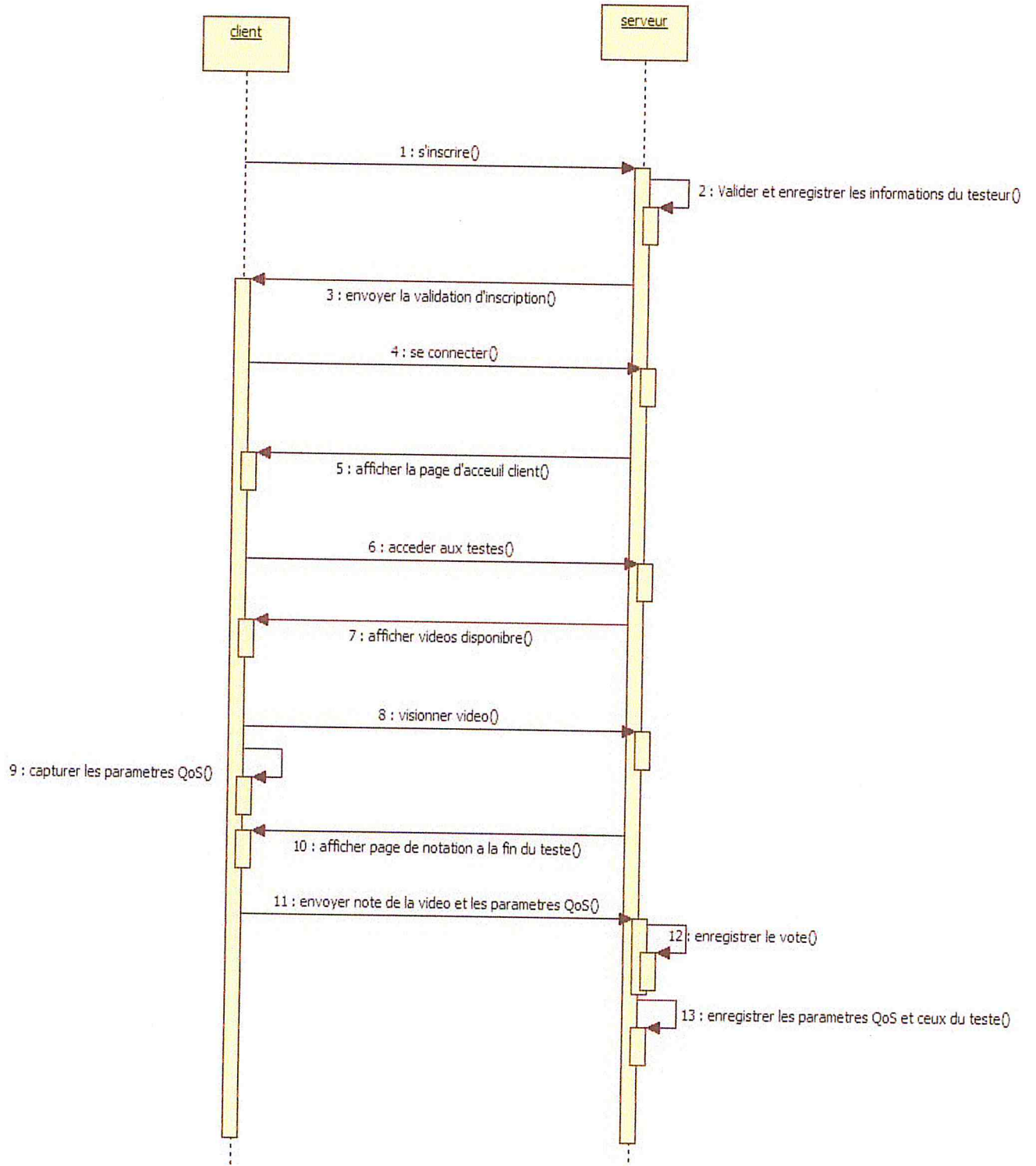


Figure 28 : processus de collecte d'information cas "environnement réel"

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons spécifié les fonctionnalités de notre plateforme que nous avons modélisées avec les diagrammes UML. L'objectif de ce chapitre été de proposer une solution conceptuelle qui répond aux besoins définis lors de la phase d'analyse. Elle permet de spécifier une solution technique qui sera concrétisée par la suite. Dans le chapitre suivant nous montrerons les étapes, plus en détails, que nous avons suivies pour implémenter et réaliser notre solution.

Chapitre 4 : Implémentation de notre plateforme « VideoExperience »

Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons la partie pratique qui constitue une mise en œuvre de notre plateforme « **VideoExperience** », une plateforme d'expérimentation pour évaluer la Qualité d'Expérience des Utilisateurs des Services de Streaming vidéo. Nous commençons par introduire les outils utilisés, puis nous donnons une présentation de l'application et enfin nous présentons l'évaluation de notre plateforme.

1. Outils de développement

Pour la réalisation de notre application, nous avons opté pour l'environnement de développement suivant : langage de programmation **PHP 5.3.4**, l'éditeur de texte **Geany 1.24.1** et un serveur web apache **XAMP** qui contient MySQL pour la gestion des bases de données et PHP pour les pages web dynamique sous le système d'exploitation **Linux Ubuntu 13.10**. Aussi, comme illustré dans la figure ci-dessous, nous avons utilisé les outils VLC pour le streaming vidéo, Netem comme émulateur réseau et MediaInfo pour extraire les caractéristiques de vidéo.

1.1 PHP

HyperText Preprocessor, plus connu sous son sigle PHP (acronyme récursif), est un langage de programmation libre principalement utilisé pour produire des pages Web dynamiques via un serveur HTTP, mais pouvant également fonctionner comme n'importe quel langage interprété de façon locale.

1.2 GEANY

C'est un éditeur de texte utilisant GTK+ et Scintilla et incluant les fonctions élémentaires d'un environnement de développement intégré. Il est pensé pour avoir peu de dépendances et démarrer rapidement, il est disponible pour plusieurs systèmes d'exploitation

tel que Windows, Linux, Mac OS X3, BSD et Solaris.et supporte plusieurs langages dont PHP.

1.3 XAMPP

C'est un ensemble de logiciels permettant de mettre en place facilement un serveur Web confidentiel, un serveur FTP et un serveur de messagerie électronique.

1.4 MySQL

C'est un système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR). Il est distribué sous une double licence GPL et propriétaire. Il fait partie des logiciels de gestion de base de données les plus utilisés au monde, autant par le grand public (applications web principalement) que par des professionnels

1.5 UBUNTU

est un système d'exploitation libre Fondé sur la distribution Linux Debian, ce système d'exploitation est constitué de logiciels libres, et est disponible gratuitement, y compris pour les entreprises.

Dans l'annexe, nous justifions notre choix du Netem et MediaInfo. Par ailleurs, nous donnons par la suite une brève description de ces outils que nous avons utilisés pour mettre en place notre plateforme.

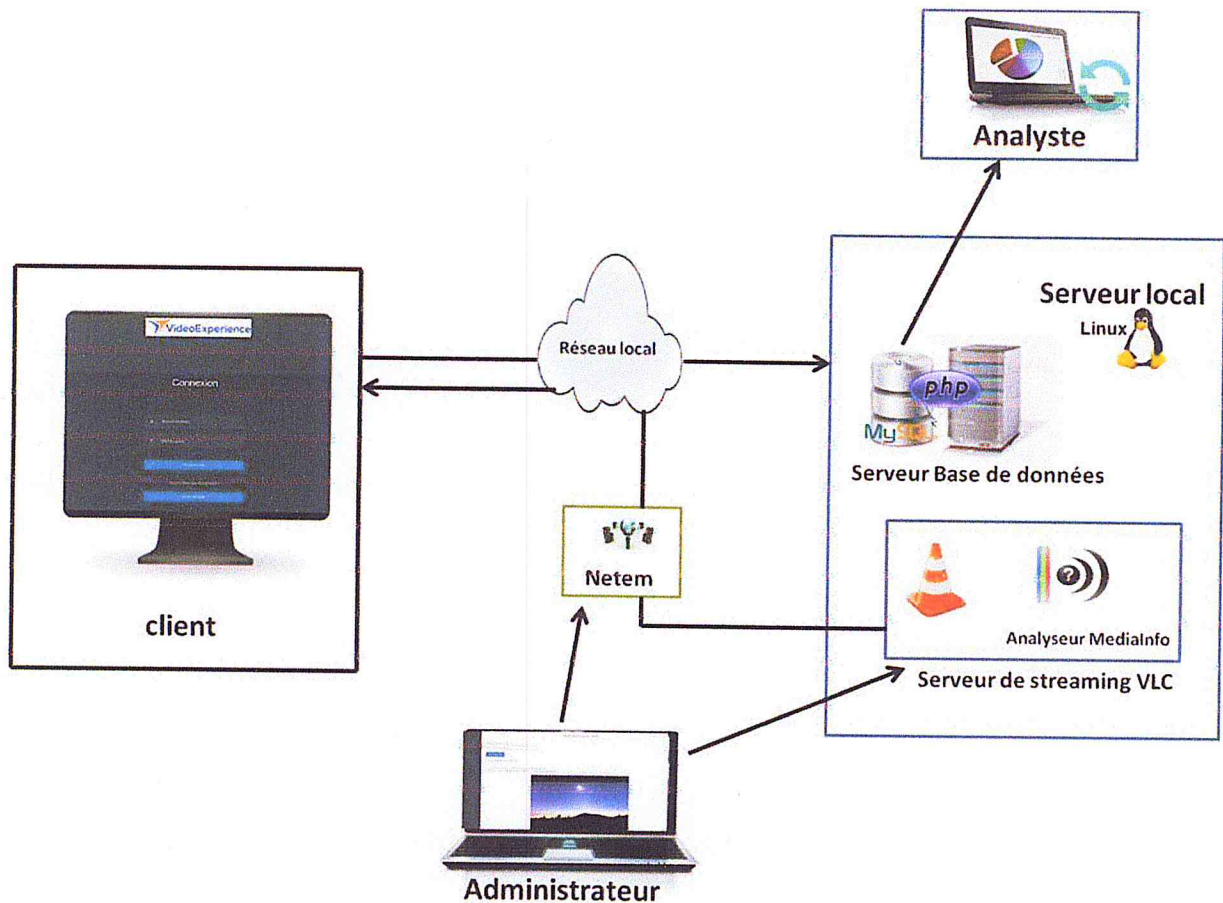


Figure 29: outils de développement utilisés

1.6 VLC

C'est un lecteur multimédia libre, gratuit et multiplateforme (Windows, GNU/Linux, BSD, Mac OS X, Pocket PC) Il supporte les codecs nécessaires à la lecture de la plupart des formats audio et vidéo. Il permet aussi de diffuser un contenu multimédia (vidéo, audio) à travers un réseau local ou le réseau Internet.

Nous avons mis en œuvre un serveur streaming de vidéo à la demande(VOD) grâce à *VideoLAN Manager* qui est un petit outil de gestion de médias conçu pour contrôler plusieurs flux avec *une seule instance de VLC*. Cela permet de la diffusion multiple et la vidéo à la demande (VoD) (46). Cet outil ayant été récemment ajouté, il n'est possible de le contrôler que par les interfaces Telnet et HTTP. Après avoir configuré le serveur VLC pour une diffusion d'un fichier multimédia, les clients peuvent ensuite accéder à ce contenu en ouvrant un flux réseau à partir de VLC dans l'espace client.

L'implémentation de notre serveur de streaming vidéo se fasse à travers les étapes suivantes :

1. Lancement de vlc en tache de fond grâce à la commande : `vlc --intf telnet --telnet-port 4212 --telnet-password admin --rtsp-host 169.254.11.36 --rtsp-port 5010`
2. Lancement de l'interface TELNET : `telnet localhost 4212`
3. Ajout d'un fichier video pour le streaming : `new teste vod enabled setup teste fichier_video`

Après ces deux étapes le fichier vidéo ajouter sera mis sur la liste des vidéos à diffuser après la fin des configurations requise pour la création d'un teste tel que la durée du teste et le fichier de configuration correspondant.

1.7 Netem

Le rôle d'un émulateur réseau est d'imiter les fonctions d'un réseau étendu dans le cadre d'une expérimentation laboratoire. Nous avons choisi l'émulateur réseau Network Emulator ou Netem parmi de nombreux logiciels tels que dummysnet, NIST Net ou encore ALTQ pour différente raison la principale c'est que Netem est gratuit et il est open source.

Netem émule un réseau étendu en donnant la possibilité de réguler soi-même les paramètres de ce réseau comme le délai, la perte de paquets, la duplication de paquets, la corruption de paquets, le ré-ordonnement de paquets et le contrôle de débit. Par ailleurs, il permet aussi de spécifier l'interface réseau à travers laquelle le trafic sera filtré en entrée et/ou en sortie.

Et pour donner un exemple des commandes Netem la figure suivante montre comment simuler des paramètres réseau tel que le taux de perte de paquet ou le délai etc.

```
# tc qdisc add dev eth0 root netem delay 200ms loss 1%
```

Figure 30: exemple commande Netem sur les paquets émis

La commande précédente simule un délai fixe et régulier de 200 millisecondes et un Taux de perte de paquet équivalent à 1%. A noter que la commande exposée dans la figure 37 génère les paramètres du délai et du Taux de perte sur les paquets émis par l'interface eth0.

Un autre exemple d'instruction Netem mais qui permet cette fois de générer des perturbations sur les paquets entrant de l'interface eth0 et c'est le genre d'instruction qui a été utilisé sur notre plateforme pour que la perturbation se fasse au niveau du testeur directement et l'exemple est montré dans la figure 38


```
# modprobe ifb
# ip link set dev ifb0 up
# tc qdisc add dev eth0 ingress
# tc filter add dev eth0 parent ffff: protocol ip u32 match u32 0 0 flowid 1:1 action mirrored egress redirect
dev ifb0
# tc qdisc add dev ifb0 root netem delay 100ms loss 1%
```

Figure 31: Exemple commande Netem sur les paquets reçus

1.8 Mediainfo

C'est un logiciel qui fournit des informations techniques sur un fichier vidéo et fournit par la même occasion des informations sur les paramètres audio du fichier. Parmi ces informations, on peut citer le titre ou le nom de la vidéo ou encore des informations techniques tel que le codec (MPEG par exemple), le Frame Rate, longueur et largeur de la trame vidéo etc.

MediaInfo offre la possibilité d'extraire les informations voulues à partir d'un fichier texte de sortie et ainsi de pouvoir collecter les informations de nos vidéo participante aux teste à travers la commande suivante :

- **Mediainfo nom_fichier_video**

2. Présentation de la plateforme « VideoExperience » :

Au lancement de notre plateforme, la page d'accueil est la première page qui s'affiche. C'est la page d'authentification pour accéder à l'espace de la plateforme et simple et très pratique, elle met en avant le logo choisi pour la plateforme VideoExperience et permet ainsi à un client ou à un administrateur d'accéder à son propre espace d'un côté ou à un client non enregistré de s'inscrire à la plateforme pour pouvoir utiliser ses fonctions (figure 32).

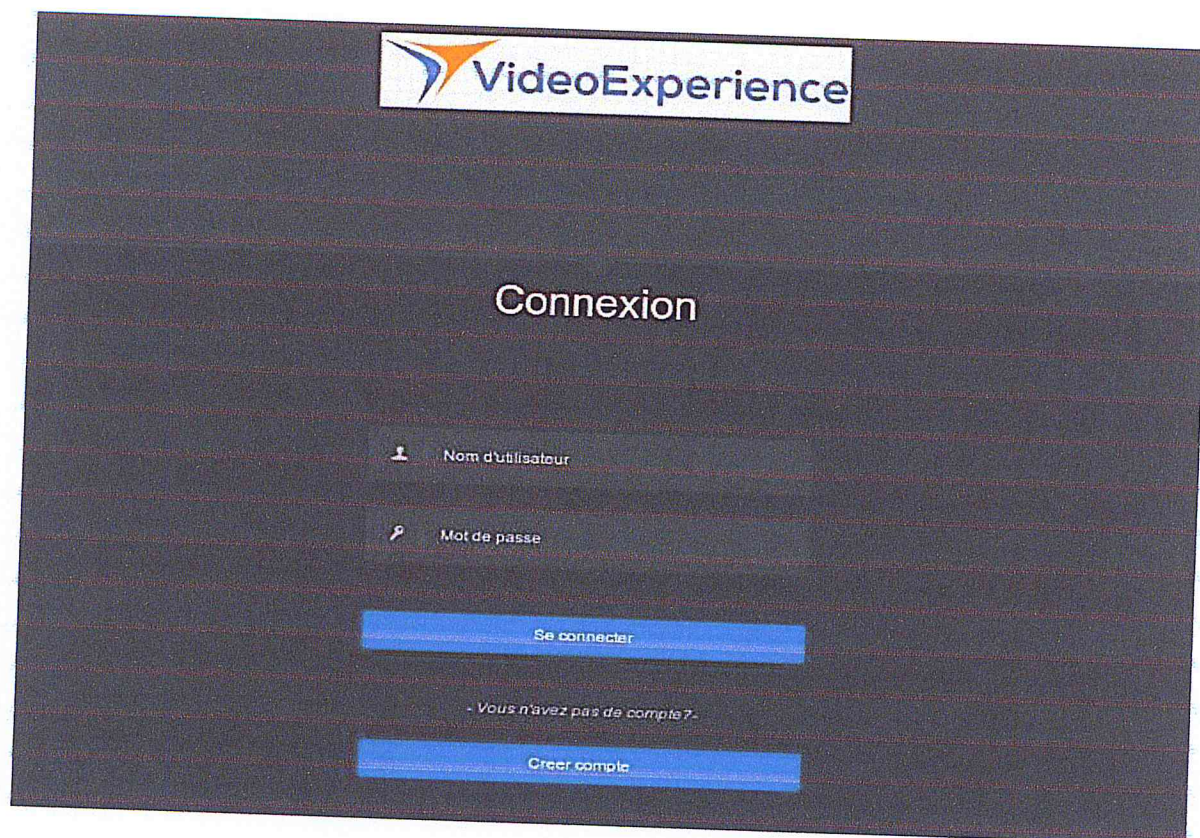


Figure 32: Page d'accueil de la plateforme

2.1 Espace administrateur

L'espace contient toutes les interfaces nécessaires pour que l'administrateur puisse exécuter les tâches administratives tel que la configuration des tests, du réseau, des vidéos,

2.1.1 Accueil administrateur

L'interface administrateur est assez simple et expose les différentes fonctions que l'administrateur peut exécuter. Un accueil avec un message de bienvenue ainsi que la date du jour.

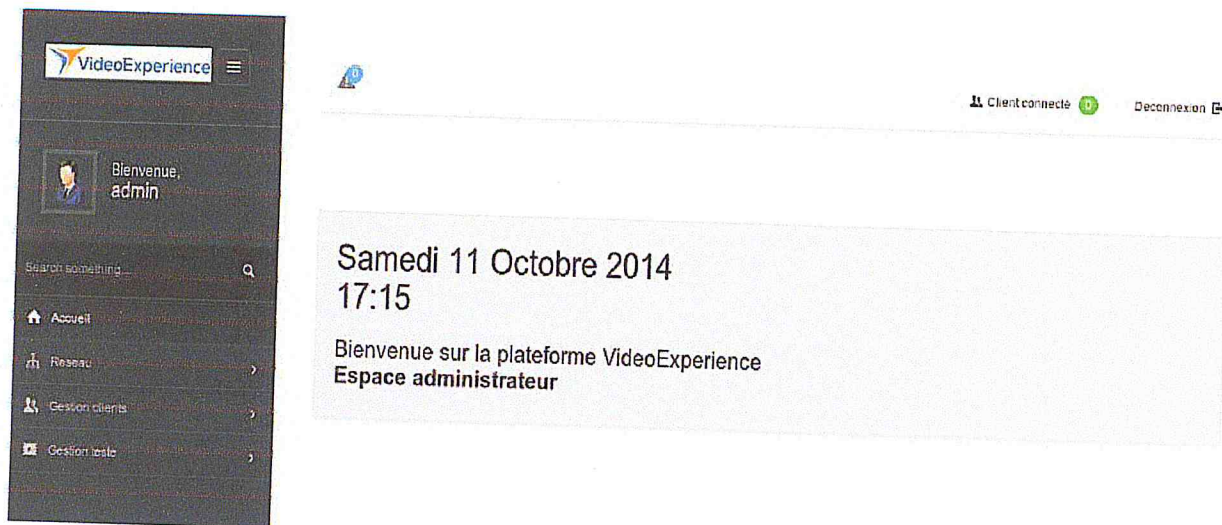


Figure 33 : accueil administrateur

2.1.2 Onglet Réseau

L'onglet réseau permet à l'administrateur de modifier le fichier de configuration auquel les tests y seront soumis.

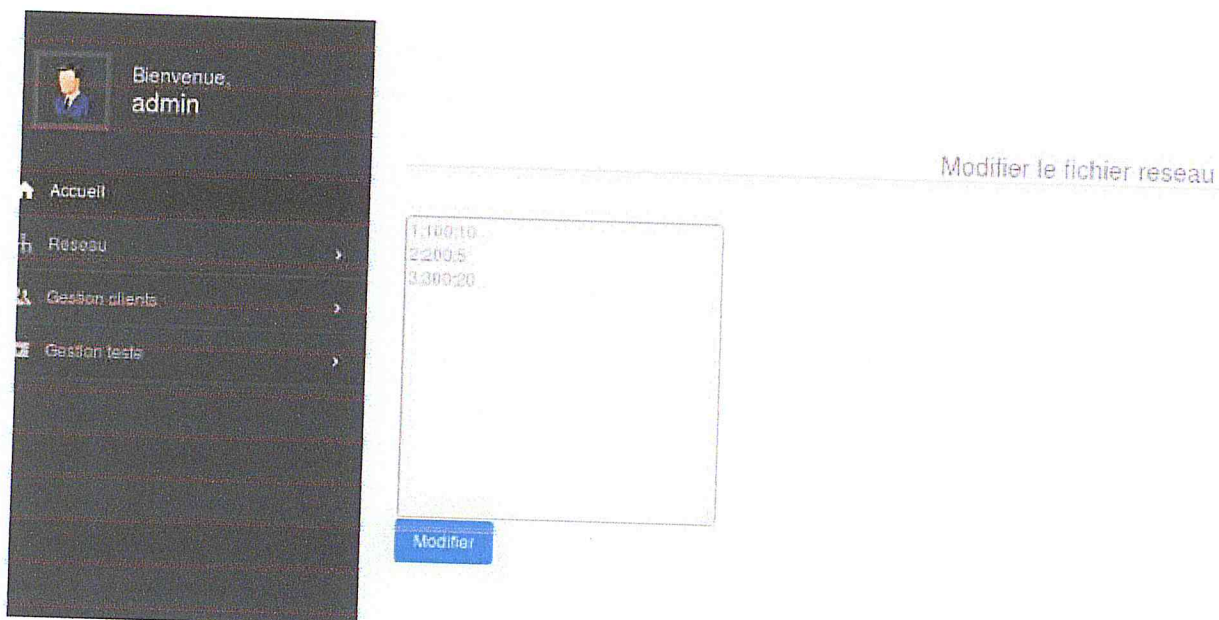


Figure 34: Onglet réseau

Le fichier de configuration est sous forme d'un fichier texte composé de ligne et de colonne. Chaque colonne représente un paramètre de QoS et la ligne représente la valeur des paramètres à exécuter simultanément au cours d'un teste comme le montre la figure 33.

Chapitre 4 : Implémentation de notre plateforme VideoExperience

La première colonne représente le taux de perte de paquet avec des valeurs variables (0, 1, 0.8, 0.6, 3) qui sont prises en exemple pour l'expérience, la deuxième colonne représente le délai (100, 200, 80, 60, 150) et la troisième colonne représente la gigue (10, 14, 4, 2, 20).

```
0 100 10
1 200 14
0.8 80 4
0.6 60 2
3 150 20
```

Figure 35: Exemple de fichier de configuration

2.1.3 Gestion des tests

L'onglet gestion des tests est la fonction principale d'un administrateur, la fonction elle-même a des fonctions secondaires telles que l'ajout de vidéos pour un test donné, la configuration d'un test, ou dans le cas d'un environnement réel la connexion directe au serveur distant à travers YouTube comme le montre la figure 34

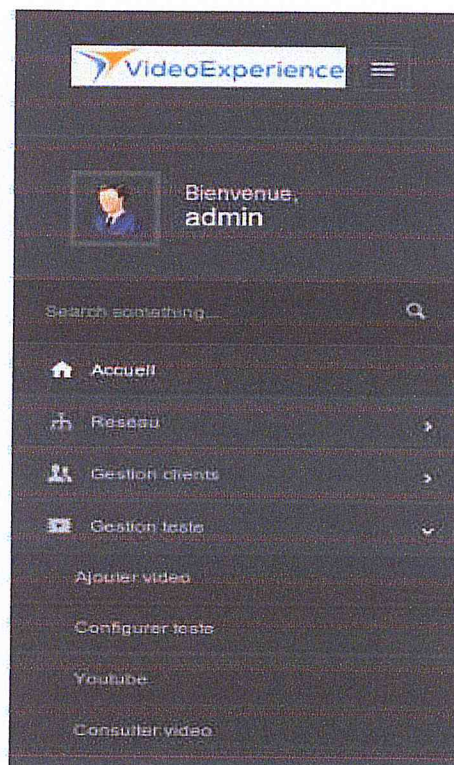


Figure 36: Gestion teste

- Configurer un test

La fenêtre de configuration d'un test est composée de plusieurs parties. L'administrateur a la possibilité d'ajouter des fichiers vidéo avec le bouton « ajouter », d'en sélectionner certains pour un test donné en lui imposant une durée et de créer le teste avec le bouton « Créer ».

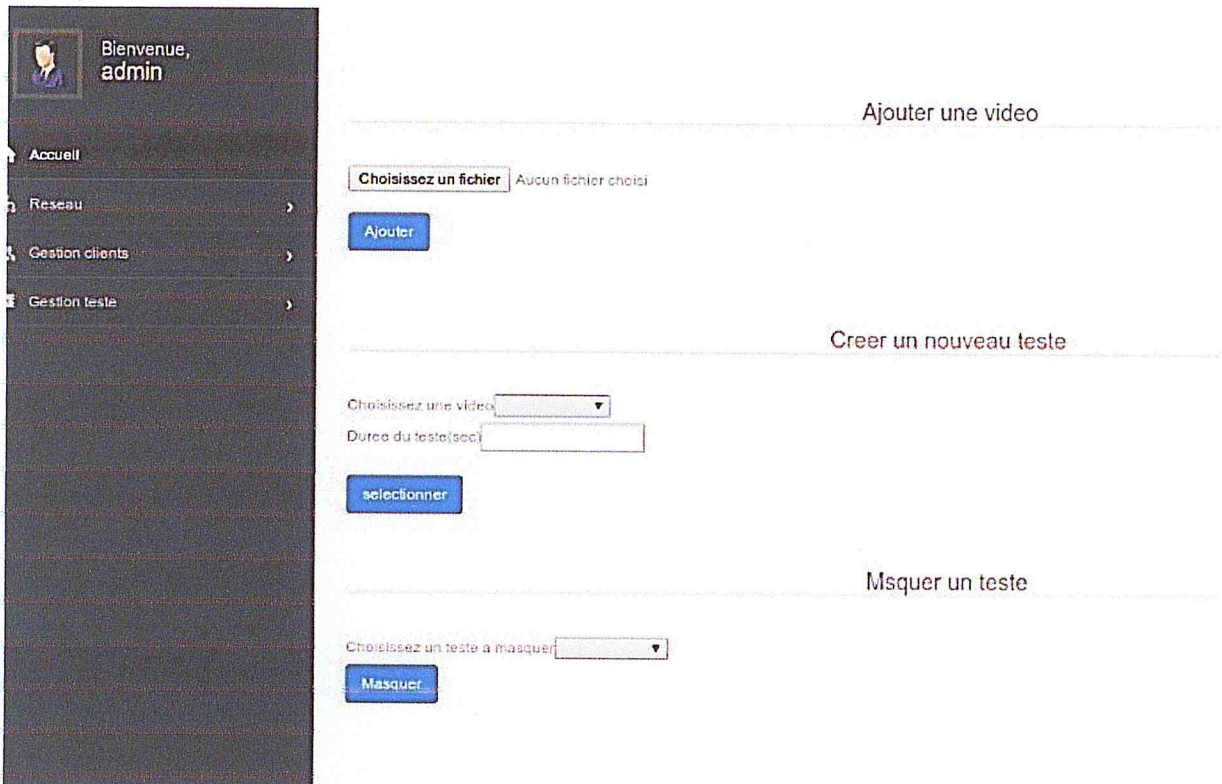


Figure 37: Page de configuration des teste

- Visualisation du test créé

La fonction de l'onglet « gestion test » procure à l'administrateur la possibilité de visionner le contenu d'un test et ainsi de voir le résultat de sa configuration au vu d'une éventuelle amélioration ou de l'annulation d'un test en cours comme le montre la figure suivante :

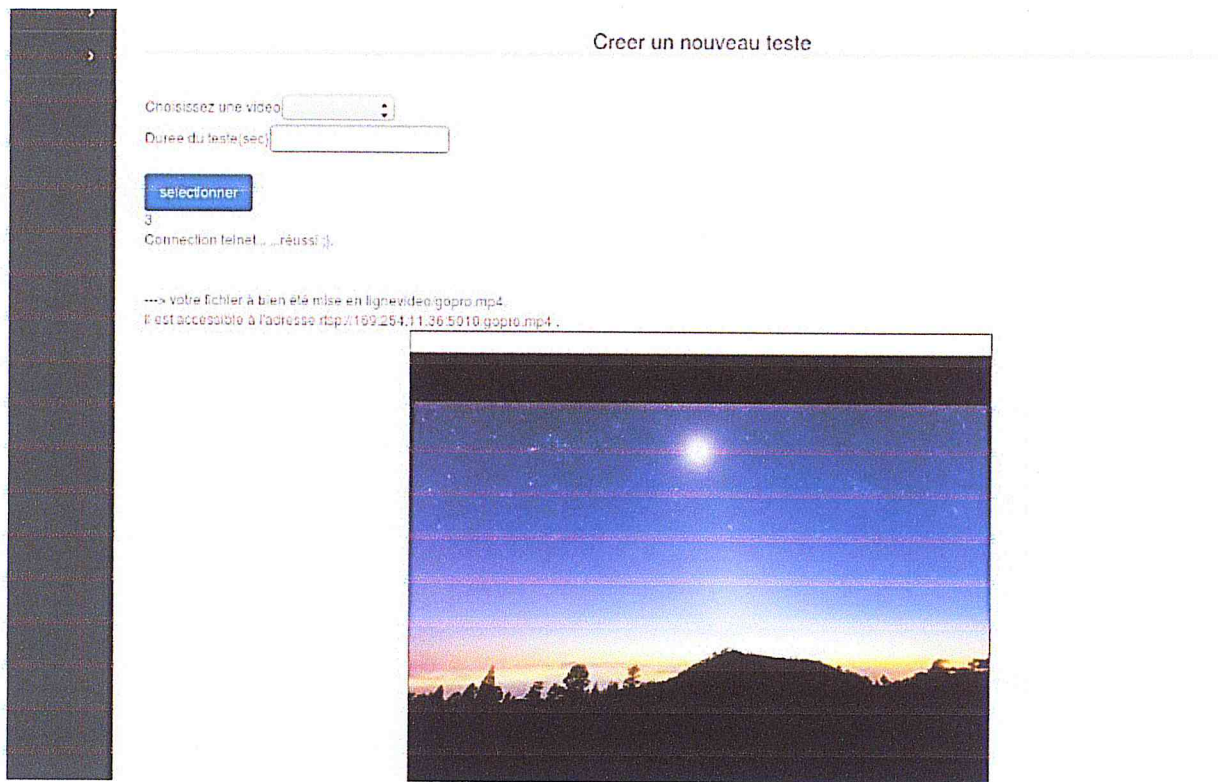


Figure 38: visualiser un teste

2.2 Espace client

Le client pourra bénéficier de son propre espace. L'interaction de l'utilisateur avec la plateforme commence dès l'inscription (voir figure 39) jusqu'à l'achèvement des tests en passant par l'authentification bien évidemment, et voici la fonction de l'espace client :

2.2.1 Inscription d'un utilisateur

La fonction d'inscription est la première étape pour un client dans le but d'utiliser la plateforme. La procédure d'inscription se déroule en deux étapes, l'étape 1 (figure 39) amène le client à fournir des informations personnels et qui seront propre à son compte tel que le nom d'utilisateur et le mot de passe (pour l'authentification), son nom et son prénom et sa date de naissance pour déterminer son âge étant donnée qu'une limite d'âge a été fixé .

L'étape 2 de l'inscription est constituée d'un questionnaire auquel le client sera soumis pour dresser son profil psychologique concernant l'utilisation du service de streaming vidéo et des services multimédia en général.

Inscription

Veuillez indiquer vos informations personnel et répondre au questionnaire à l'étape 2

Etape 1 Etape 2

1 2

Précédent Suivant

Directeur de vos études Oui Non

connecté avec vos plateformes de streaming Oui Non

avez-vous une question concernant ce site ? Oui Non

Oui Non Je ne sais pas

Oui Non Je ne sais pas

Oui Non

Genre:

Figure 39: collecte information client

2.2.2 Page d'accueil client

La page d'accueil client est relativement simple et expose toute les fonctions de l'espace client (figure 40)



Figure 40 : accueil client

2.2.3 Onglet test

L'onglet test présente à l'utilisateur les tests qui sont disponibles et configurés par l'administrateur, le client n'a qu'à choisir un parmi les tests et lancer la vidéo pour visionner (figure 41)

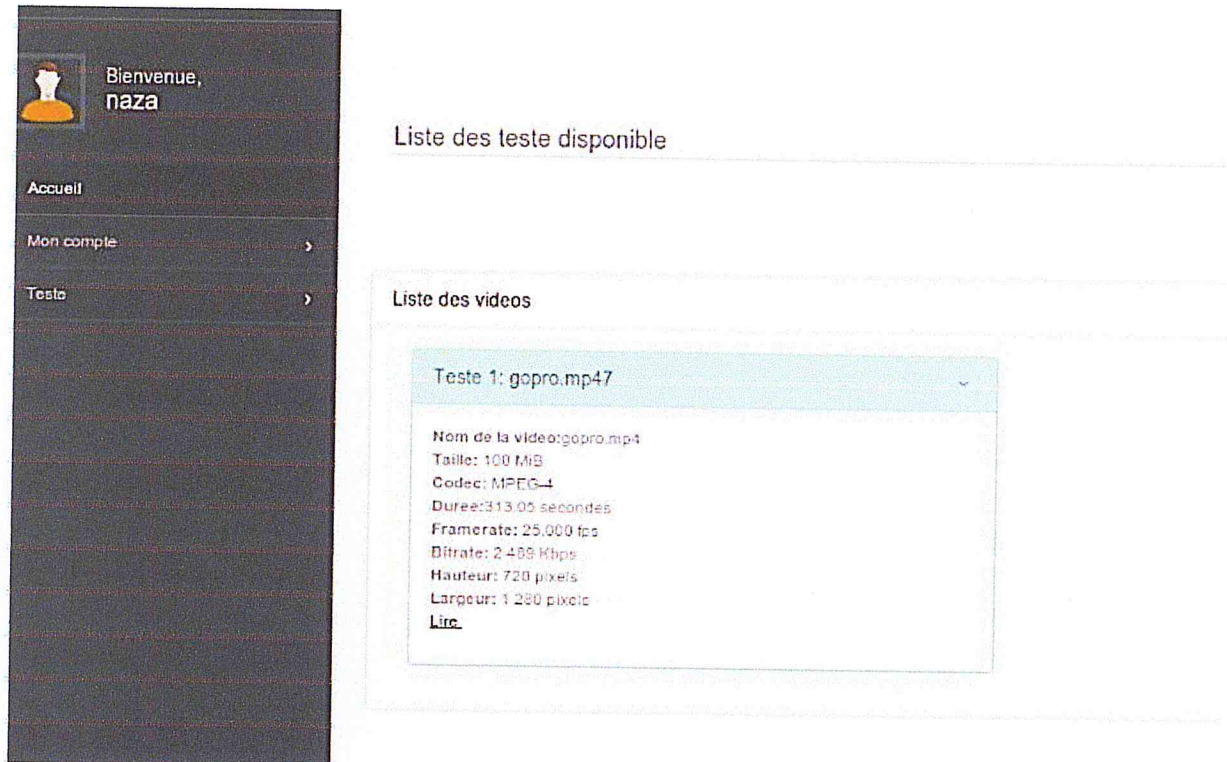


Figure 41. : Liste des tests disponible

- Lancement d'un teste

Une fois le test choisi, la vidéo se lance et l'utilisateur pourra visionner le clip de son choix, les paramètres seront appliqués au niveau du port client à partir du fichier de configuration sélectionné et le résultat obtenu est montré dans la figure 42



Figure 42. : Lancement du teste

- Evaluation d'un teste

Une fois la durée du teste expiré, le client sera rediriger automatiquement vers la page d'évaluation où il pourra noter la vidéo visionnée (figure 43)

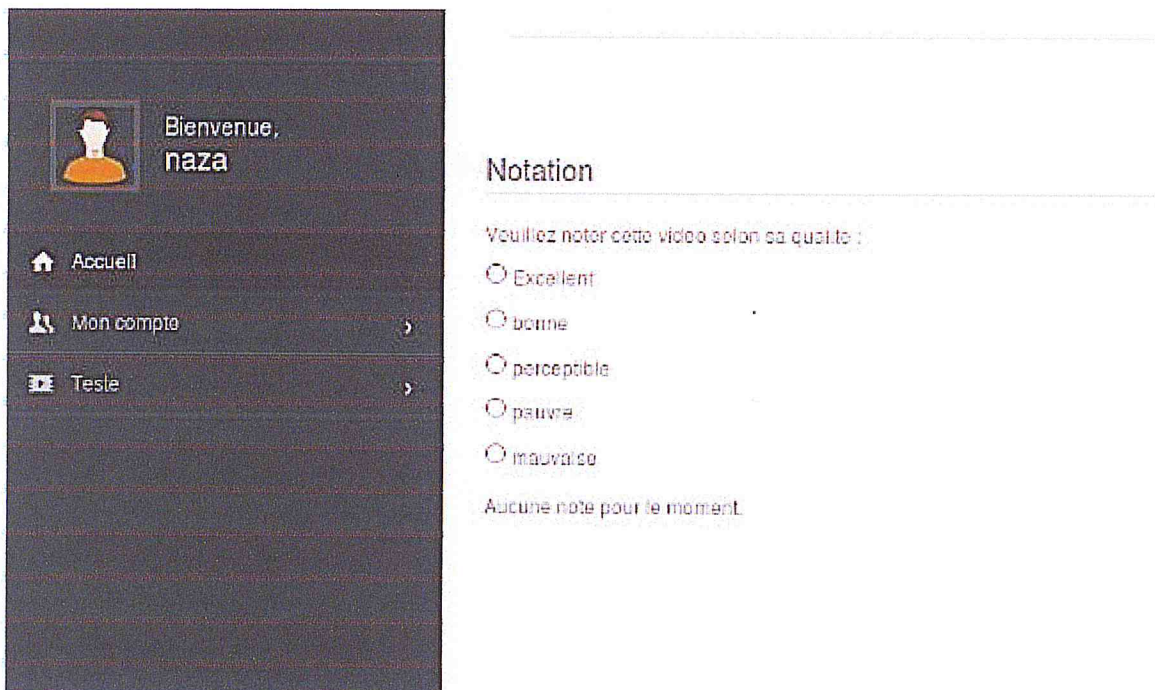


Figure 43 : évaluation de la QoE

- Résultats

La figure 44 montre la table de résultat obtenu après l'exécution d'un ou plusieurs tests. Les champs de la table représentent les informations pris en compte dans l'étude qui suivra la phase d'expérimentation.

Teste	Video	Duree	Perte de paquets	Delai	Clque	Utilisateur	Note(MOS)	Date
8	hd.mp4	60 secondes	3 %	300 ms	20 ms	naza	5	2014-10-29 12:04:29
8	hd.mp4	60 secondes	3 %	300 ms	20 ms	se	1	2014-10-29 12:06:51
8	hd.mp4	60 secondes	3 %	300 ms	20 ms	se	4	2014-10-29 12:09:37
9	gopro.mp4	60 secondes	3 %	300 ms	20 ms	se	2	2014-10-29 12:18:57

Figure 44: Table teste

2.3 Espace analyste

Cet espace représente les fonctions que l'analyste pourra exercer sur la plateforme, l'extraction de donnée dans un fichier Excel (figure 45)

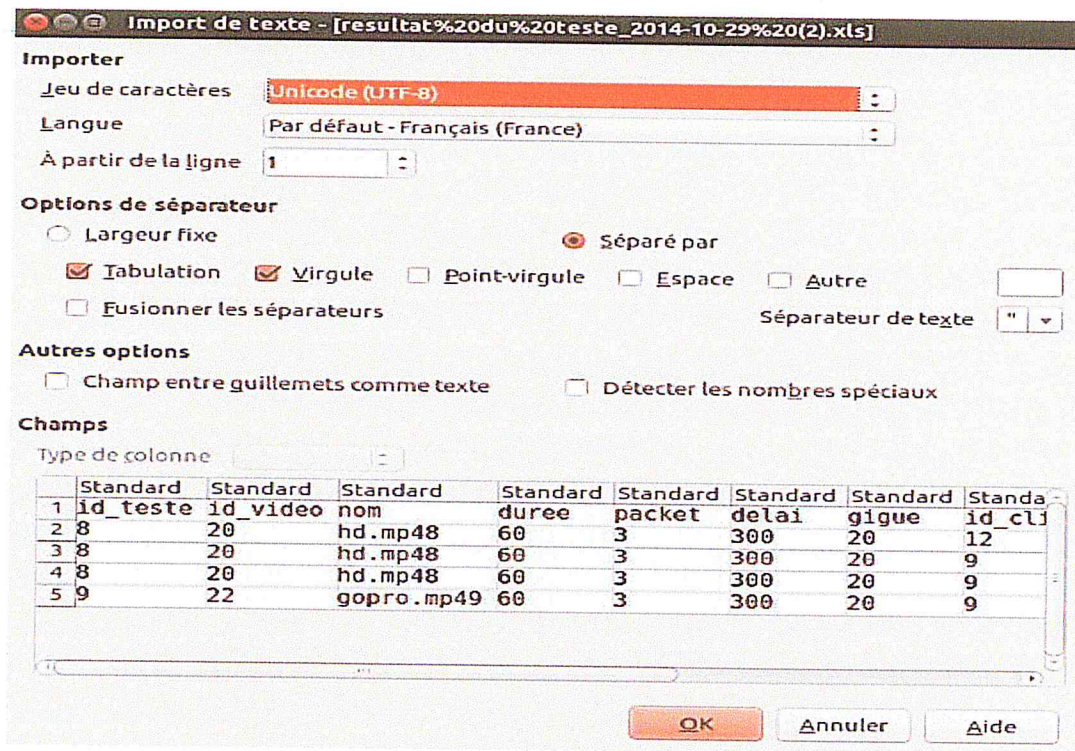


Figure 45: extraction de donnée

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exposé le résultat de notre travail « VideoExperience », on a d'abord présenté les outils de développement après. On a enchainé par la présentation des différentes interfaces qui compose les 3 espaces développés (Administrateur, client et Analyste) tout en exposant les fonctions qui constituent chaque espace.

Conclusion générale et perspectives

L'objectif de ce mémoire a été la proposition d'une plateforme d'expérimentation pour l'évaluation de la qualité d'expérience des services vidéo. Dans un premier temps, nous avons définis les principales métriques permettant d'évaluer le degré de satisfaction des utilisateurs des services vidéo. Par la suite, une étude conceptuelle nous a permis de mettre en œuvre notre projet et de faciliter la collecte d'information des clients participant à l'expérience d'un côté et ceux des vidéos choisis pour les tests ainsi que les paramètres de la qualité de service(QoS). Notre plateforme, que nous avons appelée « VideoExperience », offre une facilité de manipulation qui a été apprécié par les utilisateurs ainsi qu'un système de collecte d'information automatisé ce qui est une innovation en quelque sorte.

La plateforme, bien qu'elle soit implémentée seulement dans un environnement laboratoire où les paramètres réseau sont contrôlés, peut bien être extensible pour fonctionner dans un environnement réel sur internet. Ainsi, cette partie constitue un objectif pour nous afin d'avoir un outil d'étude plus abouti et permettre le développement de nouvelles approches de modèles de prédiction de la QoE.

Les travaux concernant la qualité d'expérience dans les services de streaming vidéo sont nombreux. On a voulu à travers ce mémoire en exposer quelques-unes qui nous ont bien aidés sur notre travail. Les études exposées couvrent les deux environnements sur lesquelles notre étude se base, un environnement de laboratoire expérimental et un environnement réel basé sur Internet. Cependant, toute étude a ses avantages et ses lacunes et en voici un résumé qui expose les principales améliorations à faire dans le domaine de la recherche sur la qualité d'expérience dans les services multimédia :

- **Évaluation du multimédia.** La qualité du multimédia regroupe la qualité vidéo et de l'audio. Nous avons remarqué lors de nos expériences que le son de la vidéo disparaissait dès que le taux de perte atteignait les 5% ou que la gigue égalait 10ms. Il serait intéressant d'étendre le travail pour évaluer le son et la vidéo ensemble en intégrant de nouveaux paramètres, les variations sur l'encodage audio par exemple.

Conclusion générale et perspectives

- **Extension des paramètres réseau.** Les effets combinés d'autres facteurs peuvent être étudiés. On a vu que le taux de perte de paquets dans le réseau est l'un des facteurs les plus importants affectant la qualité vidéo. Le taux de perte était appliqué uniformément sur les paquets. Par ailleurs, il existe des moyens pour contrôler la distribution de ce taux, c'est ce qu'on appelle le taux de perte conditionnel. Il est important d'étudier l'impact de la distribution de la perte sur la qualité. De plus, le profil utilisateur n'a pas été pris en compte dans notre projet, pour des tests subjectifs sur une large échelle, on peut ajouter le facteur humain et classer les sujets humains selon leurs âges, sexe, niveau visuel, taux de visualisation de vidéo par jour ...

Annexe

Dans cet annexe, nous essayons d'expliquer notre choix à l'outil MediaInfo pour extraire les caractéristiques de la vidéo et Netem pour émuler les paramètres du réseau.

1. Outils d'analyse de fichier vidéo :

Un outil d'analyse de fichier vidéo permet d'analyser les fichiers vidéo et d'obtenir une multitude d'informations sur les codecs utilisés, les paramètres d'encodage, les débits, les résolutions, les durées etc.

1.1 MediaInfo

MediaInfo fournit des informations techniques et les tags à propos de vos fichiers vidéo et audio (47)

1.1.1 Informations obtenue grâce à MediaInfo

- General : titre, auteur, réalisateur, album, numéro de piste, date, durée...
- Vidéo : codec, forme, images/s, débit...
- Audio : codec, Fréquence, nombre de canaux, langue,debit...
- Texte : codec, langue des sous-titres
- Chapitres : nombre de chapitres, liste des chapitres

1.1.2 Formats (conteneur) lus par MediaInfo

- Conteneur: MPEG-4, QuickTime, Matroska, AVI, MPEG-PS (y compris les DVD non protégés), MPEG-TS (y compris les Blu-ray non protégés), MXF, GXF, LXF, WMV, FLV, Real...
- Tags: Id3v1, Id3v2, Vorbis comments, APE tags...
- Vidéo: MPEG-1/2 Vidéo, H.263, MPEG-4 Visual (DivX, XviD compris), H.264/AVC, Dirac...
- Audio: MPEG Audio (MP3 compris), AC3, DTS, AAC, Dolby E, AES3, FLAC...

- Sous-titres: CEA-608, CEA-708, DTVCC, SCTE-20, SCTE-128, ATSC/53, CDP, DVB Subtitle, Teletext, SRT, SSA, ASS, SAML...

1.1.3 Exploitation des informations

- Lit plusieurs formats de fichier vidéo et audio de Plusieurs façon d'afficher l'information (texte, tableau, en arbre, HTML...
- Possibilité de personnaliser ces affichages
- Possibilité d'exporter en plusieurs formats : texte, CSV, HTML...
- Interface graphique, ligne de commande, ou DLL
- Intégration avec le shell MS-Windows (drag'n'drop, et menu contextuel)
- Possibilité d'afficher n'importe quelle langue sur n'importe quelle version du système d'exploitation (Internationalisation)
- Possibilité d'avoir l'interface dans n'importe quelle langue (Localisation) (mais j'ai besoin de traducteurs)

1.1.4 Licence

C'est un logiciel open source - à l'exception de l'interface graphique pour Mac - c'est-à-dire fournissant la possibilité de libre redistribution, d'accès au code source et aux travaux dérivés.

1.2 Gspot

Gspot est un logiciel puissant qui ne se contente pas de lire l'entête du fichier mais qui s'emploie à le reconnaître complètement.

Informations obtenues avec Gspot

- Des Généralités sur la vidéo comme titre, auteur, numéro de piste, date, taille etc. ...
- Le bitrate de la vidéo.
- La résolution de la vidéo.
- Les commentaires liés au fichier.

1.2.1 Formats (conteneur) lus par Gspot

Alors qu'à l'origine créé pour supporter AVI, il a été élargi pour inclure le support complet pour Ogg et un support limité pour d'autres formats de conteneurs commerciaux, y compris les versions de MPEG, QuickTime et Windows Media Vidéo.

1.2.2 Licence

C'est un logiciel open source au code source et aux travaux dérivés développé par Steven Greenberg, fonctionne exclusivement sur la plateforme Microsoft Windows et c'est son inconvénient par rapport au logiciel détaillé après qui est MediaInfo.

1.3 FFmpeg

FFmpeg est une collection de logiciels libres destinés au traitement de flux audio ou vidéo (enregistrement, lecture ou conversion d'un format à un autre).

Bibliothèques

- *libavcodec* : contient tous les encodeurs et décodeurs audio/vidéo de FFmpeg. La plupart des codecs ont été redéveloppés à partir de zéro pour assurer les meilleures performances et la réutilisabilité du code source, une partie d'entre eux ont été développés par rétro-ingénierie. (48)
- *libavformat* : contient un analyseur syntaxique (un *parser* en anglais, *parcoureur* en français) et un générateur pour les formats audio/vidéo les plus communs. (48)

1.3.1 Listes des conteneurs (format audio/vidéo) supportés

- AVI
- MPEG
- ASF
- MOV
- ogg
- Matroska (dont WebM)

1.3.2 Licence

Il a été développé sous GNU/Linux mais peut cependant être compilé sur la plupart des systèmes d'exploitation, y compris Windows. Le choix de la licence GNU LGPL ou GNU GPL dépend du choix de configuration d'options.

Discussion

Pour notre étude, MediaInfo a été choisi pour obtenir les caractéristique des vidéos pour sa capacité à pouvoir délivrer un grand nombre d'informations très utile pour notre expérience et pour la facilité qu'on a eu à pouvoir exploiter ces informations. En effet le logiciel nous permet d'exporter les donner via divers format et d'ainsi extraire les informations voulu facilement au niveau du code source contrairement à FFmpeg qui ne propose pas ce genre de service et donc l'extraction des données est bien plus compliqué.

Les trois outils évoqués sont tous open source et marche aussi bien sur Windows que Linux.

2. Outils d'émulation réseau

Il existe une multitude d'outil pour la simulation des paramètres réseau tel que le délai, le taux de perte de paquet ou encore la gigue et dans ce qui suit nous présentons quelque uns d'entre eux :

2.1 Dummynet

Dummynet est un outil d'émulation de réseau en direct, à l'origine conçu pour les protocoles de réseau de test, et depuis lors utilisé pour une variété d'applications, y compris la gestion de la bande passante. Il simule / applique file d'attente et de bande passante limites, les retards, les pertes de paquets, et les effets de trajets multiples. Il met également en œuvre différents algorithmes d'ordonnancement. Dummynet peut être utilisé sur la machine exécutant la demande de l'utilisateur, ou sur les boîtes externes agissant comme des routeurs ou des ponts (49) .

Dummynet est largement utilisé. C'est un composant standard de FreeBSD et Mac OS X, il est utilisé comme émulateur sur Emulab, PlanetLab, Hen et de nombreux programmes d'essai privé.

2.2 L'outil NIST

NIST Net est un "Network-in-a-box", un routeur spécialisé qui émule (statistiquement) le comportement d'un réseau entier en un seul bond. NIST Net applique sélectivement les effets du réseau (tels que le délai, taux de perte, gigue) au trafic traversant, en fonction des paramètres fournis par l'utilisateur.

L'architecture de NIST Net se compose de deux parties principales, un module chargeable du noyau et un ensemble d'utilisateur des interfaces. Le module permet de changer d'exécution dans l'état de l'émulateur sans interrompre les connexions actives et séparer le Code du NIST net du noyau de base dans une large mesure. En utilisant des crochets pour le noyau Linux tous les paquets d'entrée sont transmis au module du noyau. Après les effets d'émulation sont appliquées, le trafic est retourné à la pile de réseau Linux. La Séparation des interfaces utilisateurs et du noyau dans l'émulateur lui-même permet plusieurs processus pour contrôler l'émulateur en même temps (50)

Le Projet NIST Net est du domaine public et peut être téléchargé à l'adresse (51). L'outil d'émulation est largement utilisé dans plusieurs documents de recherche et d'expérimentation au niveau laboratoire. Un projet plus récent, appelé NIST Net, Next Génération peut être trouvé sur SourceForge (52)

2.3 Netem

Netem (36) est un autre émulateur WAN pour un environnement LAN. Netem s'est développé avec l'idée que la plupart des outils disponibles pour les protocoles de test et de logiciels en environnement contrôlé simulant de réseau Internet, étaient soit coûteux, un logiciel propriétaire, ou issu d'un projet de recherche inachevé. Par conséquent, il utilise à grande échelle les noyaux Linux 2.6 pour accomplir ses émulations du réseau local. Il a été construit pour évaluer améliorations du protocole TCP dans les noyaux 2.6 sur liaisons à haut débit, mais il a trouvé une utilisation dans d'autres domaines d'émulation aussi.

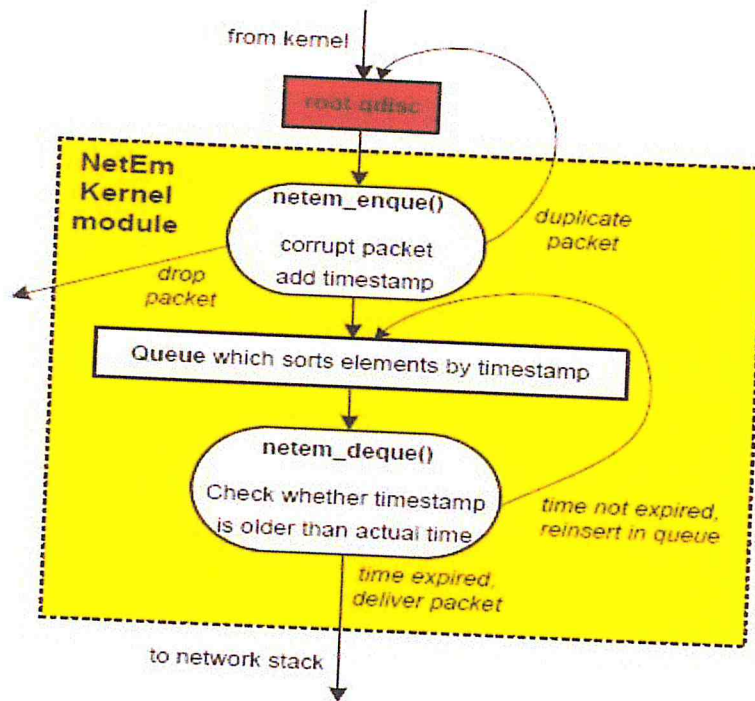


Figure 46: Noyau du Netem

Discussion

Dans un désir de se concentrer sur plate-forme Linux, DummyNet a été écartée en premier lieu. Le choix entre le NIST Net et Netem était évident, comme le NIST Net semble être abandonné par ses développeurs, tandis que Netem fait partie du noyau Linux. En fait, Netem peut être considéré comme un successeur dans Linux pour NIST Net. En dépit de leur architecture différentes, ils offrent à peu près les mêmes options d'émulation comme on peut le voir à partir de (53) (54). Dans la même étude comparative Nussbaum et Richard (55) ont trouvé que Netem été l'émulateur de réseau le plus fiable et précis disponibles en cours d'exécution dans les récents noyaux Linux.

Pour continuer à soutenir le choix d'utilisation de Netem, un manuel compréhensible et complet, est consultable pour des instructions plus détaillées offrent suffisamment d'informations pour son déploiement. Tous ces avantages en font l'outil approprié pour l'environnement de test. Pourtant, Netem nécessite une expertise et des connaissances sous linux pour une utilisation approprié.

Reference Bibliographique

1. **Tanaka, K. Yamori et Y. Tanaka.** *Relation between Willingness to Pay and Guaranteed Minimum Bandwidth in Multiple-Priority Service. Asia-Pacific Conference on Communications (APCC), Beijing, China, Vol. 1, 2004, pp. 113–117.* 2004.
2. **Sun, Jiong.** *Algorithms, Architectures, and Quality of Experience in streaming video.* Department of Applied Physics and Electronics, Umea university : s.n.
3. **Aroussi, s.** *Méta-Routage basé sur la Qualité d'Expérience dans le cadre des Applications Vidéo.*
4. **Ahmed, Toufik.** . *Ahmed. Adaptive Packet Video Streaming Over IP Networks: A Cross Layer Approach. Thèse de doctorat, Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines.* 2008.
5. **JG. Apostolopoulos, W. Tan et S.J. Wee.** *Video Streaming: Concepts, Algorithms, and Systems, HP Labs Technical Report.* 2002.
6. **M. BOUGUERRA.** *presentation iptv.* Alger : Algerie telecomme 2010 .
7. **ITU-T.** *Methods for subjective determination of transmission quality.* s.l. : ITU-T, ITU-T recommondation, 1996. P800.
9. **Y.Wang, J. Ostermann et Y. Zhang.** *Video Processing and Communications.* New Jersey : Prentice Hall, 2002.
10. **Postel., J.** *User Datagram Protocol, Information Sciences Institute.*
11. **H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick et V. Jacobson.** . *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications, Internet Engineering Task Force, RFC 3550.* 2003.
12. **Lahouari, Benyettou.** *Mise en oeuvre d'un modèle de corrélation QoS - QoE , Master 2 Rechercher en Informatique , Université de Bretagne Occidentale.* 2012.
13. **P.910, ITU-T Recommendation.** *Subjective video quality assessment methods for multimedia applications.* International Telecommunication Union-Standardization Sector. 1999.
14. **g, ITU-T G.100/P.10 Amendment 2. Series.** *Transmission systems.* 2008.
15. **Alben, Lauralee.** *Quality of experience: Defining the criteria for effective.* 1996.
16. **Jain, Ramesh.** *Quality of experience. Multimedia, IEEE.* 96–95, 2004.
17. **Kirakowski, Niamh McNamara and Jurek.** *Defining usability: Quality.* 2005.

Références Bibliographique

18. **Perritaz, Damien.** *Adaptation en temps réel pour une meilleure qualité d'expérience en réalité augmentée.* Suisse : s.n., 2010. 4838.
19. *Recommendation ITU-T G.1080. Quality of experience Requirements for IPTV Services,* p. 44. 2008.
20. **T. Rahrer, R. Fiandra et S. Wright.** *Triple-play Services Quality of Experience (QoE) Requirements, Architecture & Transport Working Group, DSL Forum, Technical Report (TR-126).* p. 129. 2006.
21. **L.Moor, Marez** *The Challenge of User- and QoE-centric Research and Product Development in Today's ICT-Environment, Observatorio (OBS*) Journal, Vol. 1, No. 3, 2007, pp. 1-22.*
22. *TM Forum GB923, Wireless Service Measurements Handbook, 2004.*
23. **L. Liu, W. Zhou et J. Song.** Quantitative and Qualitative Research on Service Quality Evaluation System in NGN. *The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications, Beijing, China, Vol. 16, No. 4, 2009. Beijin : The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications, 2009, Vol. 16.*
24. **Recommendation, ITU-T.** Subjective audiovisual quality assessment methods for multimedia applications. *itu.int.* [En ligne] <http://www.itu.int/>.
25. **Recommendation ITU-T. G.1080.,** *Quality of experience Requirements for IPTV Services, 2008, p. 44.*
26. **Recommendation ITU-R BT.500-11.** *Methodology for the Subjective Assessment of the Quality of Television Pictures, 2002, p. 48. ITU-R.*
27. **S.Lang, L. Jarvenpaa & K. R.** *Managing the paradoxes of mobile technology. Information System Management, Vol. 22, Issue 4, 2005, pp. 7-23.*
28. **TM Forum GB917.** *SLA Management Handbook, Volume 4: Enterprise Perspective, 2004. p. 137. 2004.*
29. **Y. Gong, F. Yang, L. Huang et S. Su.** *Model-based Approach to Measuring Quality of Experience. International Conference on Emerging Network Intelligence, Malta, Italia, 2009, pp. 29 – 32. 2009.*
30. **Mathias Gjerstad Lervold, Liyuan Xing, Andrew Perkis.** *Quality of experience in internet television 2008.*
31. **ITU-T Recommendation. P.800,** *Methods for subjective determination of transmission quality. International Telecommunication Union-Standardization Sector. 1996.*
32. **Recommendation ITU-R. BT.500-11,** *Methodology for the Subjective Assessment of the Quality of Television Pictures. 2002.*

Références Bibliographique

33. **LAGHARI, Khalil ur Rehman.** *On Quality of Experience (QoE) for Multimedia Services in Communication Ecosystem.* 2012.
34. *Subjective video quality assessment methods for multimedia applications.* ITU-T. Geneve Suisse : International Telecommunication Union,, 2008. P910.
35. **Video Lan VLC player.** *vlc.org.* [En ligne] <http://www.videolan.org/vlc/>.
36. **Netem Linux Foundation.** <http://www.linuxfoundation.org>. [En ligne] <http://www.linuxfoundation.org/collaborate/workgroups/networking/netem>.
37. **Clips., Video Test.** Video Test Clips. [En ligne] <http://media.xiph.org/video/derf/>.
38. **Lahouari, BENYETTOU.** *Mise en oeuvre d'un modèle de Corrélation QOS-QOE.* Rennes : s.n., 2012.
39. **Recommendation ITU-T.** Methods for subjective determination of transmission quality P800. *itu.int.* [En ligne] <http://www.itu.int/>.
40. **Kilari, Vasanthi Dwaraka Bhamidipati et Swetha.** *Effect of Delay/ Delay Variable on QoE in Video Streaming.* 2010. MSE-2010-5297.
41. **D.2. tshark:** Terminal-based Wireshark. *wireshark.org.* [En ligne] http://www.wireshark.org/docs/wsug_html_chunked/AppToolstshark.html.
42. **Tshark description.** *wireshark.org.* [En ligne] <http://www.wireshark.org/docs/man-pages/tshark.html>.
43. **Aroussi.S, Mellouk.A.** *Survey on Machine Learning-based QoE-QoS Correlation Models.* 2014.
44. **Aroussi. S. Mellouk.A.** *Survey on QoE\QoS Correlation Models For Multimedia Services.* 2013.
46. **VLC.** *doc/streaming-howto/fr/ch05.* www.videolan.org. [En ligne]
47. **Mediainfo.** <http://mediaarea.net/fr/MediaInfo>. [En ligne]
49. **Rizzo., M.carbonde and al.** *Adding emulation to planetlab nodes, technical report. dip. di ingegneria dell' informazione . pisa,Italy : s.n., 2009.*
50. **Mark carson, Darrin santay.** *Nist net- A linux based network emulation tool.*
51. **NistNet.** <http://www-x.antd.nist.gov/nistnet/>. [En ligne]
52. **generation, NistNet next.** <http://sourceforge.net/projects/nistnet/>. [En ligne] 16 Avril 2013.
53. **Keller., A.** *Trace controle for Netem.*
54. **Netem, trace controle.** <http://tcn.hypert.net/>. [En ligne]
55. **O.Richard, L.Nussbaum** *A comparative study of network link emulator. 12 communication and networking simulation symposium CNS 09.* San diego : s.n., 2009.

Références Bibliographique

56. **Khan., A.** *Video quality prediction for video over wireless access networks (UMTS and WLAN)*. s.l. : University of plymouth, 2011.